

# Projeto estrutural de um edifício público em Camama - Angola

Aluno: Fábio Daniel Barbosa Mendonça

Número: 1060302

Orientador: Tiago Sarmiento Sabino Domingues

ISEP - Instituto Superior de Engenharia do Porto

# Projeto estrutural de um edifício público em Camama - Angola

Trabalho para aprovação da cadeira anual  
DIPRE - Dissertação/Projecto/Estágio  
e obtenção do grau de mestre em Engenharia Civil  
Porto 2013

Aluno: Fábio Daniel Barbosa Mendonça

Número: 1060302

Orientador: Tiago Sarmento Sabino Domingues

## Agradecimentos

Quero começar por agradecer aos meus pais pelo apoio que me deram nesta jornada da minha vida, bem como o resto da minha família que esteve sempre do meu lado.

Quero também agradecer ao meu orientador o Eng. Tiago Domingues pela disponibilidade demonstrada, conselhos e ajuda e aos meus colegas que contribuíram com as suas opiniões e apoio ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Por fim obrigado a todos os meus amigos pela demonstração de apoio incondicional.





## Resumo

O presente trabalho tem como objetivo o cálculo e desenvolvimento de um projeto estrutural de um edifício público. O edifício em questão será construído em Camama, Angola.

Ao longo deste trabalho são apresentadas as diferentes etapas necessárias para a conceção do projeto estrutural de um edifício em betão armado. As opções consideradas na realização deste projeto e as respetivas justificações, podem ser encontradas ao longo deste documento. Estas são reforçadas através da apresentação de plantas estruturais com os seus elementos e os cálculos considerados necessários.

Este trabalho foi elaborado com o apoio do programa de cálculo ROBOT Structural Analysis para a caracterização e análise das ações atuantes.

Apesar da localização do edifício ser em Angola, as ações e as bases de projeto são definidas de acordo com as normas portuguesas. A utilização destas normas foi possível através de referências comuns a ambos os países, bem como algumas considerações tendo em conta as condições de construção em Luanda.

Para a definição do projeto estrutural foram fornecidas as plantas de arquitetura, cortes e alçados do edifício. Estas plantas apresentam os respetivos materiais não estruturais, a utilizar após a sua construção. Em adição foi fornecida uma sondagem geotécnica do terreno de construção.

**Palavras-chave:** Dimensionamento, Edifício, Análise estrutural, Projeto.

# Abstract

The present work aims to calculate and develop a structural design of a public building . The building in question will be built in Camama, Angola.

This paper presents the various steps required for the structural design of a building in concrete. The options considered in this project and the respective justifications can be found throughout this document. These are reinforced by submitted plants with structural elements and the calculations deemed necessary.

This paper was prepared with the support of the calculation program ROBOT Structural Analysis for the characterization and analysis of active actions.

Despite the location of the building to be in Angola, the actions and the design basis are defined according to the Portuguese standards. The use of these standards was possible through references common to both countries, as well as some considerations taking into account the conditions of construction in Luanda.

To define the structural design were provided the architectural plans, sections and elevations of the building. These plants have the respective non-structural material, to use after its construction. In addition it was given a geotechnical survey of the building site

addition was given a geotechnical survey of the building site for the elaboration of the foundations of the building.

**Keywords:** Dimensioning, Building, Structural Analysis, Project.

# Índice

<b>1. CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO.....</b>	<b>5</b>
1.1. EDIFÍCIO GERAL .....	5
1.2. BLOCO 1 .....	9
1.3. BLOCO 2 .....	11
1.4. MATERIAL NÃO ESTRUTURAL.....	13
1.5. MATERIAL ESTRUTURAL .....	13
1.6. DISPOSIÇÕES GEOMÉTRICAS .....	14
1.6.1. Lajes.....	15
1.6.2. Vigas.....	16
1.6.3. Pilares/Paredes estruturais .....	17
1.6.4. Sapatas.....	17
1.7. TERRENO DE FUNDAÇÃO.....	17
<b>2. AÇÕES A CONSIDERAR.....</b>	<b>18</b>
2.1. CARGAS PERMANENTES .....	18
2.2. RESTANTES CARGAS PERMANENTES.....	18
2.2.1. Bloco 1 .....	19
2.2.2. Bloco 2 .....	20
2.3. SOBRECARGAS.....	21
2.3.1. Bloco 1 .....	21
2.3.2. Bloco 2 .....	22
2.4. AÇÃO DO VENTO.....	23
2.4.1. Determinação da pressão dinâmica de pico .....	24
2.4.2. Determinação do coeficiente de pressão exterior.....	25
2.5. AÇÃO SÍSMICA.....	28
2.5.1. Criação do espectro de resposta de cálculo .....	29
2.6. ANÁLISE DINÂMICA.....	31
2.6.1. Efeitos de torção.....	32
2.6.2. Combinação das respostas modais .....	32
2.6.3. Combinação dos esforços horizontais .....	33
2.6.4. Análise modal do espectro de resposta no ROBOT .....	33
<b>3. COMBINAÇÃO DE AÇÕES .....</b>	<b>39</b>
3.1. VALORES DO COEFICIENTE $\Psi$ .....	40
3.2. ANÁLISE DE RESULTADOS .....	41
<b>4. MODELAÇÃO DA ESTRUTURA .....</b>	<b>43</b>
4.1. PORMENORES DE MODELAÇÃO.....	44
4.2. CASOS ESPECIAIS .....	44
4.2.1. Pilares de seção variável .....	44
4.2.2. Casos de vigas especiais.....	46
<b>5. DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES .....</b>	<b>47</b>
5.1. DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES DAS LAJES .....	48
5.2. DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES DAS VIGAS.....	53
5.3. DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES DOS PILARES.....	55
5.3.1. Encurvadura .....	56

5.4.	DIMENSIONAMENTO DAS SAPATAS .....	59
5.5.	DIMENSIONAMENTO DOS CASOS ESPECIAIS .....	63
5.5.1.	<i>Pilares de secção variável</i> .....	63
5.5.2.	<i>Casos de vigas especiais</i> .....	63
<b>6.</b>	<b>CÁLCULO DE ARMADURAS</b> .....	<b>66</b>
6.1.	CÁLCULO DAS ARMADURAS DAS LAJES E VIGAS .....	66
6.1.1.	<i>Armadura longitudinal</i> .....	67
6.1.2.	<i>Armadura de apoio</i> .....	69
6.1.3.	<i>Armaduras específicas às lajes</i> .....	69
6.1.4.	<i>Armadura máxima e mínima</i> .....	71
6.1.5.	<i>Armadura transversal</i> .....	71
6.1.6.	<i>Dispensa de armaduras</i> .....	73
6.2.	CÁLCULO DAS ARMADURAS DOS PILARES .....	74
6.2.1.	<i>Armadura longitudinal</i> .....	74
6.2.2.	<i>Armadura máxima e mínima</i> .....	75
6.2.3.	<i>Armadura transversal</i> .....	75
6.3.	CÁLCULO DAS ARMADURAS DAS PAREDES .....	76
6.3.1.	<i>Armadura vertical</i> .....	76
6.3.2.	<i>Armadura horizontal</i> .....	77
6.3.3.	<i>Armadura máxima e mínima</i> .....	77
6.3.4.	<i>Armadura transversal</i> .....	77
6.4.	CÁLCULO DAS ARMADURAS DAS SAPATAS .....	78
6.4.1.	<i>Armadura longitudinal</i> .....	78
6.4.1.	<i>Armadura máxima e mínima</i> .....	78
6.4.2.	<i>Armadura de punçoamento</i> .....	78
6.4.3.	<i>Armadura transversal</i> .....	81
6.5.	COMPRIMENTO DE AMARRAÇÃO DA ARMADURA LONGITUDINAL.....	82
6.6.	ARMADURAS DAS VIGAS ESPECIAIS .....	84
6.6.1.	<i>Cálculo da armadura longitudinal</i> .....	84
6.6.2.	<i>Cálculo da armadura transversal</i> .....	84
6.6.3.	<i>Cálculo da armadura de face</i> .....	84
<b>7.</b>	<b>EXEMPLOS DE APLICAÇÃO</b> .....	<b>85</b>
7.1.	LAJES .....	85
7.1.1.	<i>Armaduras longitudinais</i> .....	85
7.1.2.	<i>Armadura transversal</i> .....	88
7.2.	VIGAS .....	88
7.2.1.	<i>Armaduras longitudinais</i> .....	89
7.2.2.	<i>Armadura transversal</i> .....	90
7.3.	PILARES.....	91
7.3.1.	<i>Armadura longitudinal</i> .....	91
7.3.2.	<i>Armadura transversal</i> .....	92
7.4.	PAREDES .....	93
7.4.1.	<i>Armadura vertical</i> .....	93
7.4.2.	<i>Armadura horizontal</i> .....	93
7.4.3.	<i>Armadura transversal</i> .....	94
7.5.	SAPATAS .....	94
7.5.1.	<i>Verificação da condição de rigidez</i> .....	95
7.5.2.	<i>Tensão de referência</i> .....	95
7.5.3.	<i>Armaduras longitudinais</i> .....	97
7.5.4.	<i>Armadura de punçoamento</i> .....	97

7.5.5. Armadura transversal.....	98
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>100</b>
<b>9. ANEXOS.....</b>	<b>101</b>



# Índice de Figuras

FIGURA 1 - PLANTA DO ANDAR -1 .....	5
FIGURA 2 - PLANTA DO RÉ-DO-CHÃO.....	6
FIGURA 3 - PLANTA DO ANDAR +1 .....	6
FIGURA 4 - PLANTA COM AS COBERTURAS.....	7
FIGURA 5 - PÉ DIREITO DOS ANDARES DO EDIFÍCIO .....	7
FIGURA 6 - PLANTA COM A DESIGNAÇÃO DOS BLOCOS .....	8
FIGURA 7 - ALÇADO COM A DESIGNAÇÃO DOS BLOCOS .....	8
FIGURA 8 - PLANTA DO ANDAR -1 DO BLOCO 1 .....	9
FIGURA 9 - PLANTA DO RÉ-DO-CHÃO DO BLOCO 1 .....	9
FIGURA 10 - CORTE 1 DO BLOCO 1.....	10
FIGURA 11 - CORTE 2 DO BLOCO 1.....	10
FIGURA 12 - CORTE 3 DO BLOCO 1.....	11
FIGURA 13 - PLANTA DO ANDAR -1 DO BLOCO 2 .....	11
FIGURA 14 - PLANTA DO RÉ-DO-CHÃO DO BLOCO 2 .....	11
FIGURA 15 - CORTE 1 DO BLOCO 2.....	12
FIGURA 16 - CORTE 2 DO BLOCO 2.....	12
FIGURA 17 - CORTE 3 DO BLOCO 2.....	12
FIGURA 18 - EIXOS DO EDIFÍCIO .....	14
FIGURA 19 - EIXOS DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS .....	14
FIGURA 20 - ESQUEMA TRIDIMENSIONAL DAS LAJES DO BLOCO 1 .....	15
FIGURA 21 - ESQUEMA TRIDIMENSIONAL DAS LAJES DO BLOCO 2 .....	16
FIGURA 22 - SEÇÃO BASE DAS VIGAS.....	16
FIGURA 23 - COEFICIENTE DE EXPOSIÇÃO.....	23
FIGURA 24 - DIAGRAMA DE PRESSÕES DO VENTO .....	25
FIGURA 25 - ZONAS DE AÇÃO DO VENTO .....	26
FIGURA 26 - ESPECTROS DE CÁLCULO .....	31
FIGURA 27 - ANÁLISE MODAL NO ROBOT .....	33
FIGURA 28 - MODO 1 DO BLOCO 1 .....	35
FIGURA 29 - MODO 2 DO BLOCO 1 .....	35
FIGURA 30 - MODO 3 DO BLOCO 1 .....	36
FIGURA 31 - MODO 1 DO BLOCO 2 .....	37
FIGURA 32 - MODO 2 DO BLOCO 2 .....	37
FIGURA 33 - ANÁLISE ESPECTRAL NO ROBOT (DIREÇÃO) .....	38
FIGURA 34 - DEFORMADA DO BLOCO 1 COM A AÇÃO DO VENTO SEGUNDO O EIXO X .....	41
FIGURA 35 - DEFORMADA DO BLOCO 1 COM A AÇÃO DO VENTO SEGUNDO O EIXO Y .....	41
FIGURA 36 - DEFORMADA DO BLOCO 2 COM A AÇÃO DO VENTO SEGUNDO O EIXO X .....	42
FIGURA 37 - DEFORMADA DO BLOCO 2 COM A AÇÃO DO VENTO SEGUNDO O EIXO Y .....	42
FIGURA 38 - MALHA DO BLOCO 1 .....	43
FIGURA 39 - MALHA DO BLOCO 2 .....	43
FIGURA 40 - VIGAS PRÓXIMAS.....	44
FIGURA 41 - PILARES DE SECÇÃO VARIÁVEL .....	45
FIGURA 42 - ESQUEMA DOS PILARES.....	45
FIGURA 43 - CASO VA.....	46
FIGURA 44 - CASO VB.....	46

FIGURA 45 - MOMENTOS EM TORNO DO EIXO X DA LAJE 2LA DO BLOCO 1 .....	49
FIGURA 46 - MOMENTOS EM TORNO DO EIXO Y DA LAJE 2LA DO BLOCO 1 .....	50
FIGURA 47 - MOMENTOS EM TORNO DO EIXO X DA LAJE 2LA DO BLOCO 2 .....	50
FIGURA 48 - MOMENTOS EM TORNO DO EIXO Y DA LAJE 2LA DO BLOCO 2 .....	51
FIGURA 49 - DEFORMAÇÕES NO BLOCO 1 .....	51
FIGURA 50 - DEFORMAÇÕES NO BLOCO 2 .....	52
FIGURA 51 - DEFORMAÇÕES NA COBERTURA DO BLOCO 2 .....	52
FIGURA 52 - DISPOSIÇÃO DAS SAPATAS .....	59
FIGURA 53 - GRÁFICO QUE RELACIONA O NSPT COM A PROFUNDIDADE .....	60
FIGURA 54 - GRÁFICO COM A RELAÇÃO ENTRE A TENSÃO ADMISSIVEL E O ENSAIO SPT .....	60
FIGURA 55 - ESQUEMA DE EIXOS E AÇÕES NAS SAPATAS .....	61
FIGURA 56 - ESQUEMA DO BINÁRIO DE FORÇAS NA VIGA .....	63
FIGURA 57 - DEFORMAÇÕES DO CASO VA .....	64
FIGURA 58 - DEFORMAÇÕES DO CASO VB .....	65
FIGURA 59 - DEFORMAÇÕES DO CASO VB1 .....	65
FIGURA 60 - DEFORMAÇÕES DO CASO VB2 .....	65
FIGURA 61 - DISTRIBUIÇÃO RETANGULAR DE TENSÕES .....	66
FIGURA 62 - ESQUEMA DE DOIS NÍVEIS DE ARMADURA .....	68
FIGURA 63 - ESQUEMA DA ARMADURA DE APOIO .....	69
FIGURA 64 - ESQUEMA DA ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO .....	70
FIGURA 65 - ESQUEMA DAS ARMADURAS DE CANTO .....	70
FIGURA 66 - DISPENSA DE ARMADURA NA FACE INFERIOR DA LAJE .....	73
FIGURA 67 - ARMADURA NA FACE SUPERIOR .....	73
FIGURA 68 - SECÇÃO DE UM PILAR COM E SEM CINTAS EXTRA .....	76
FIGURA 69 - ESQUEMA DO MÉTODO DAS CONSOLAS .....	78
FIGURA 70 - ESQUEMA DO PERÍMETRO DE CONTROLO .....	80
FIGURA 71 - PLANOS DE CORTE .....	81
FIGURA 72 - ESQUEMAS DE AMARRAÇÃO DE ARMADURAS .....	83
FIGURA 73 - DIAGRAMA DE MOMENTOS DA VIGA 2VVB .....	88



## Índice de Quadros

QUADRO 1 - VALORES DE CÁLCULO DAS TENSÕES DOS MATERIAIS .....	14
QUADRO 2 - ENSAIOS SPT .....	17
QUADRO 3 - RESUMO DAS RESTANTES AÇÕES PERMANENTES DO BLOCO 1 .....	19
QUADRO 4 - RESUMO DAS RESTANTES AÇÕES PERMANENTES DO BLOCO 2 .....	20
QUADRO 5 - RESUMO DAS SOBRECARGAS EXISTENTES NO BLOCO 1 .....	21
QUADRO 6 - RESUMO DAS SOBRECARGAS EXISTENTES NO BLOCO 2 .....	22
QUADRO 7 - N.A. 4.1 - CATEGORIAS DE TERRENO .....	23
QUADRO 8 - VALORES RECOMENDADOS DOS COEFICIENTES DE PRESSÃO EXTERIOR .....	26
QUADRO 9 - VALOR DO COEFICIENTE DE PRESSÃO EXTERIOR .....	27
QUADRO 10 - VALORES DAS ACELERAÇÕES .....	30
QUADRO 11 - PARÂMETROS DEFINIDORES DO ESPECTRO DE RESPOSTA ELÁSTICO .....	30
QUADRO 12 - MODOS DO BLOCO 1 .....	34
QUADRO 13 - MODOS DO BLOCO 2 .....	36
QUADRO 14 - VALORES RECOMENDADOS DE $\Psi$ PARA CADA CATEGORIA .....	40
QUADRO 15 - VALORES DE $\Psi$ PARA A AÇÃO DO VENTO .....	40
QUADRO 16 - ESPESURAS DAS LAJES DO BLOCO 1 E BLOCO 2 .....	53
QUADRO 17 - SEÇÕES DAS VIGAS DE BLOCO 1 .....	54
QUADRO 18 - SEÇÕES DAS VIGAS DO BLOCO 2 .....	55
QUADRO 19 - VALORES DO BLOCO 1 .....	56
QUADRO 20 - VALORES DO BLOCO 2 .....	57
QUADRO 21 - AÇÕES DOS PAINÉIS-VIGA NO BLOCO 1 .....	64
QUADRO 22 - AÇÕES DOS PAINÉIS-VIGA NO BLOCO 2 .....	64



# 1. CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO

## 1.1. Edifício Geral

O edifício em questão encontra-se localizado a cerca de vinte quilómetros de Luanda. Está inserido num ambiente urbano e é constituído por três andares e três coberturas. Cada cobertura tem três cotas distintas.

As seguintes imagens representam os diferentes andares e as suas respetivas dimensões.

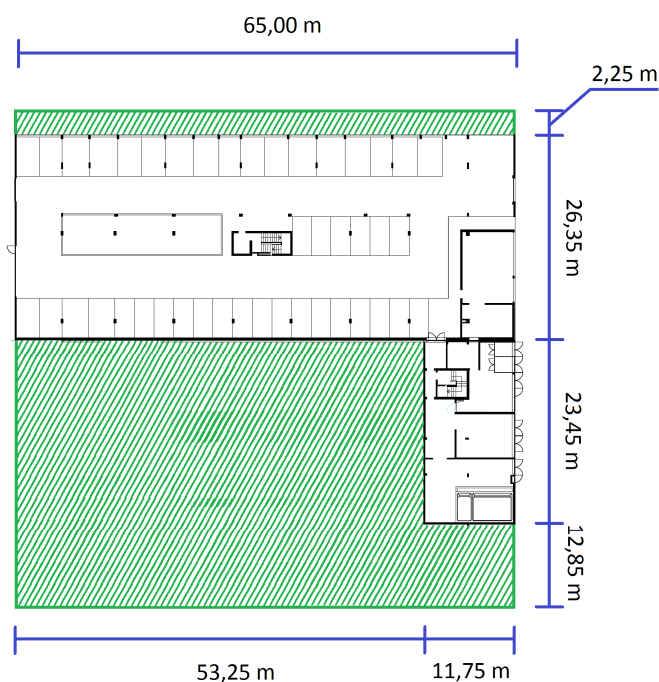


Figura 1 - Planta do andar -1

O limite representado a verde corresponde as dimensões do rés-do-chão.

O rés-do-chão é representado na seguinte figura.

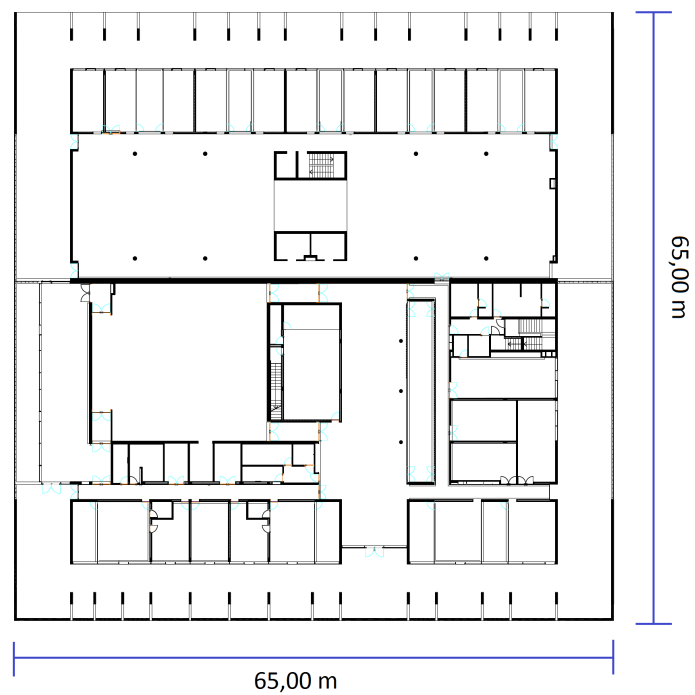


Figura 2 - Planta do rés-do-chão

A próxima figura representa o andar +1. Este andar encontra-se ao mesmo nível da cobertura de cota mais baixa.



Figura 3 - Planta do andar +1

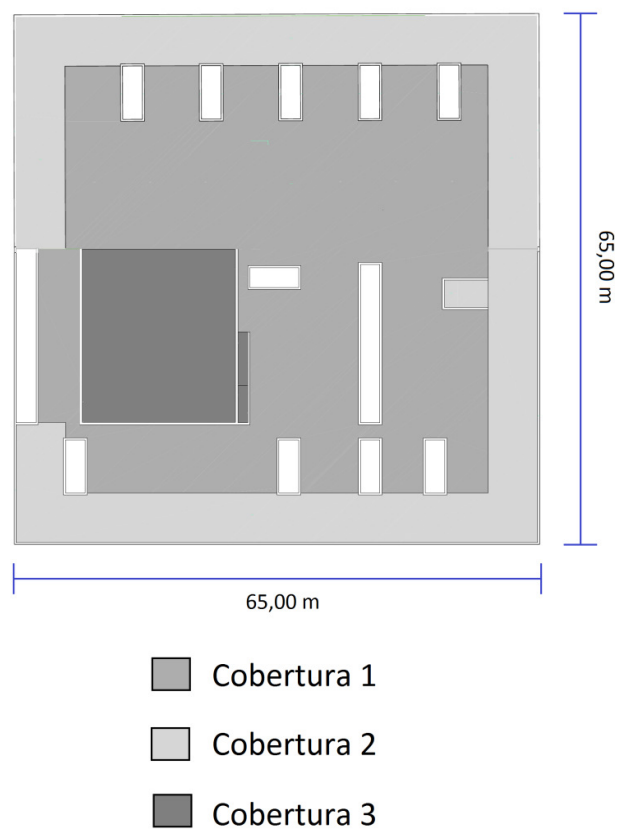


Figura 4 - Planta com as coberturas

Como a cobertura tem diferentes cotas, o pé direito do rés-do-chão varia de acordo com a cobertura.

A seguinte figura demonstra o pé direito do andar -1 e do rés-do-chão. Como o pé direito do rés-do-chão varia, os valores são apresentados de acordo com as coberturas.

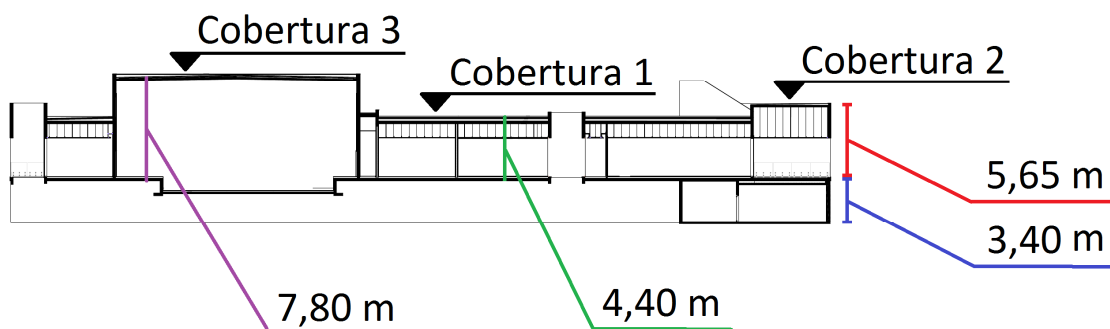


Figura 5 - Pé direito dos andares do edifício

A arquitetura não prevê coberturas acessíveis mas, para o dimensionamento, a cobertura 1 foi considerada como acessível. Esta consideração deve-se a existência de um lanço de escadas que torna possível que a cobertura seja acedida, por motivos de manutenção ou futuras utilizações não previstas.

Estruturalmente o edifício foi considerado separado em dois corpos. Esta separação foi realizada por meio de uma junta de dilatação, de modo a facilitar o estudo do edifício.

Estes corpos foram denominados de “Bloco 1” e “Bloco 2” de acordo com as seguintes imagens.

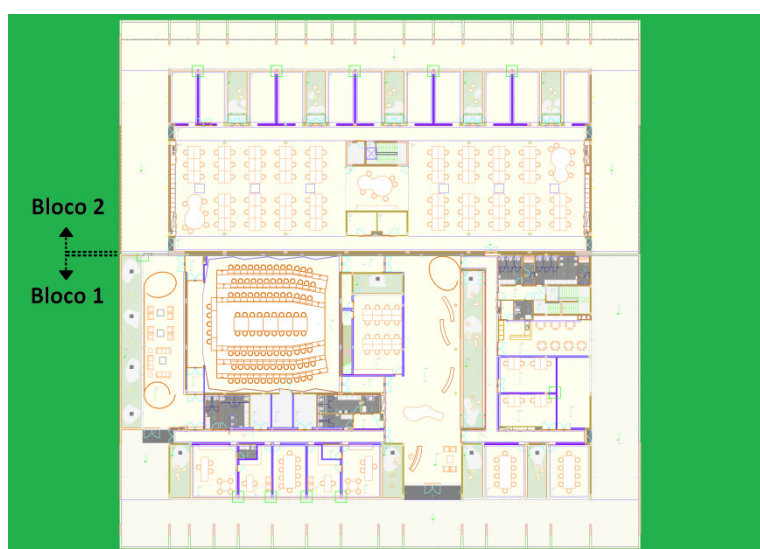


Figura 6 - Planta com a designação dos blocos

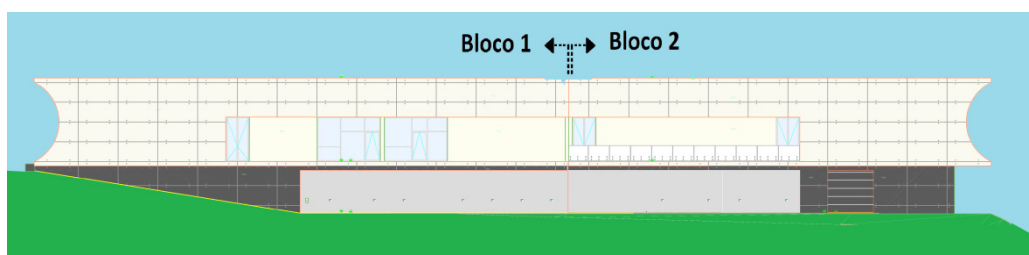


Figura 7 - Alçado com a designação dos blocos

## 1.2. Bloco 1

As seguintes plantas representam o rés-do-chão e o andar -1. Certas zonas foram consideradas relevantes, e como tal estão representadas por letras.

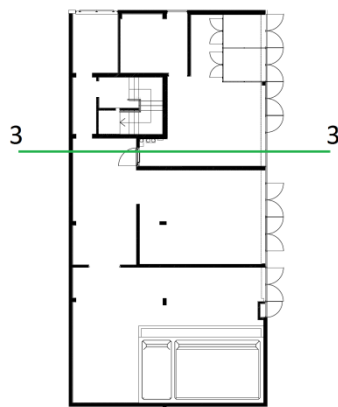


Figura 8 - Planta do andar -1 do bloco 1

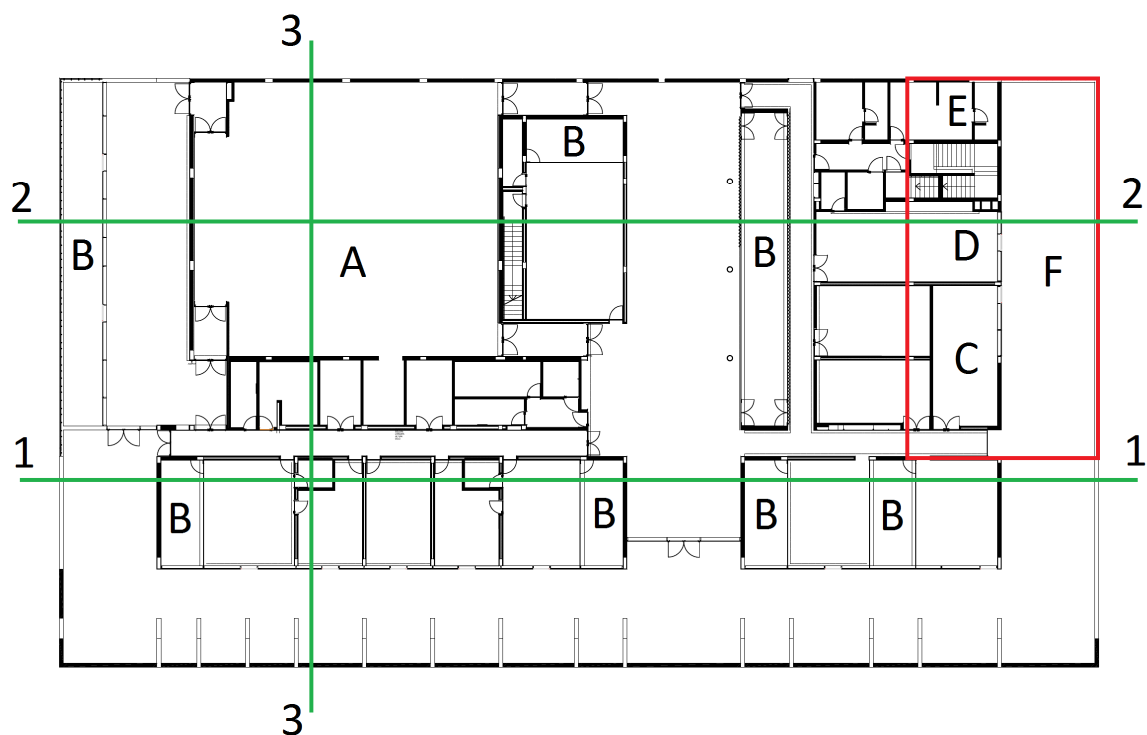


Figura 9 - Planta do rés-do-chão do bloco 1

O andar -1 está representado na figura acima pela cor vermelha.

## Zonas do bloco 1

- A – Auditório
- B – Jardins interiores
- C – Reprografia
- D – Sala com mesas
- E – Zona húmida
- F – Galeria de acesso
- G – Gabinete de imprensa

Para facilitar a compreensão da estrutura em estudo, foram efetuados 3 cortes.

As seguintes imagens representam os cortes do bloco 1

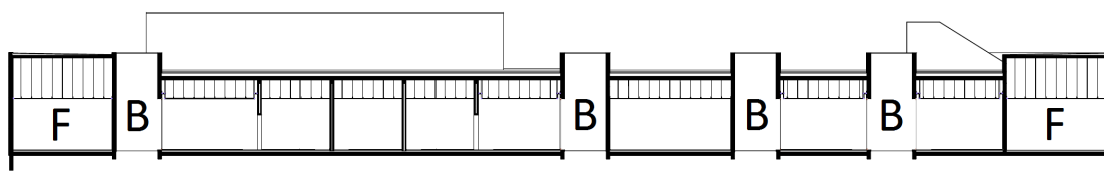


Figura 10 - Corte 1 do bloco 1

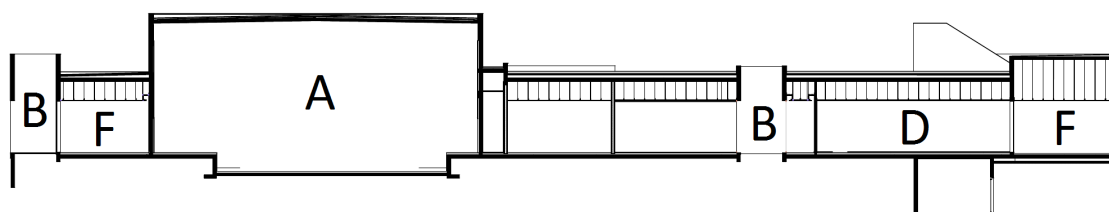


Figura 11 - Corte 2 do bloco 1

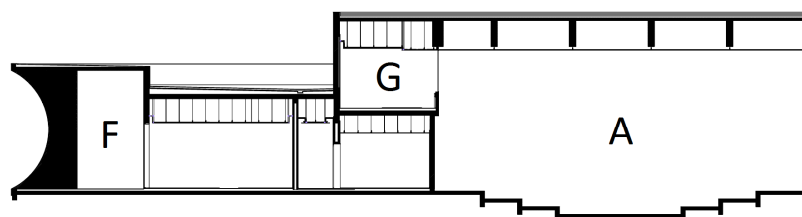




Figura 12 - Corte 3 do bloco 1

### 1.3. Bloco 2

As seguintes plantas representam o rés-do-chão e o andar -1. Certas zonas foram consideradas relevantes, e como tal estão representadas por letras.

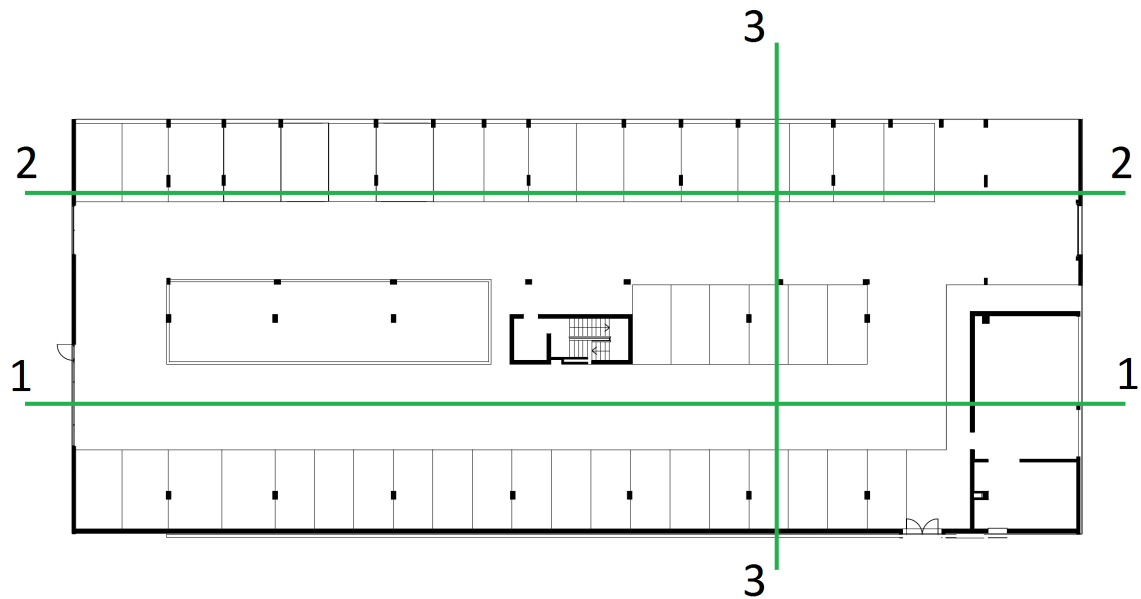


Figura 13 - Planta do andar -1 do bloco 2

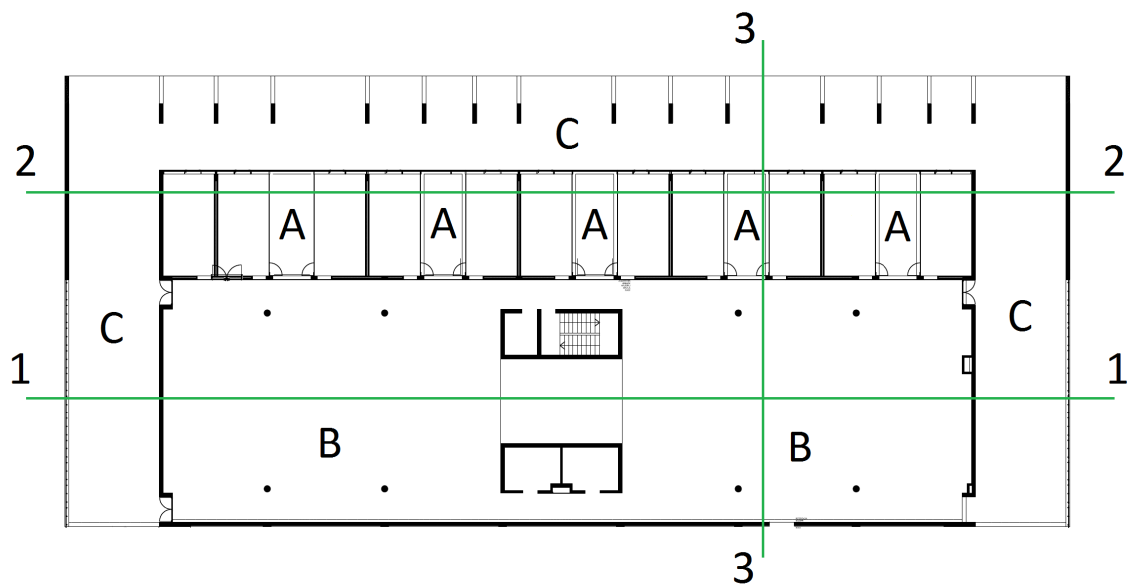


Figura 14 - Planta do rés-do-chão do bloco 2

## Zonas do bloco 2

A – Jardins interiores

B – Sala com mesas

C – Galeria de acesso

Para facilitar a compreensão da estrutura em estudo, foram efetuados 3 cortes.

As seguintes imagens representam os cortes do bloco 2.

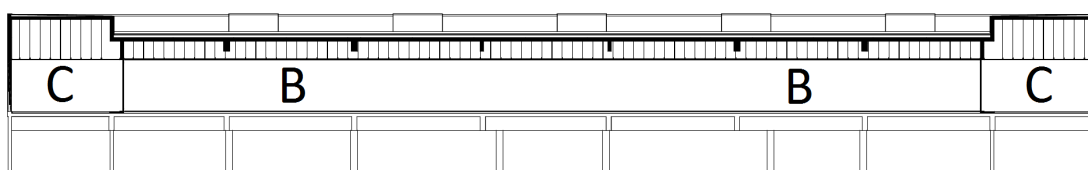


Figura 15 - Corte 1 do bloco 2

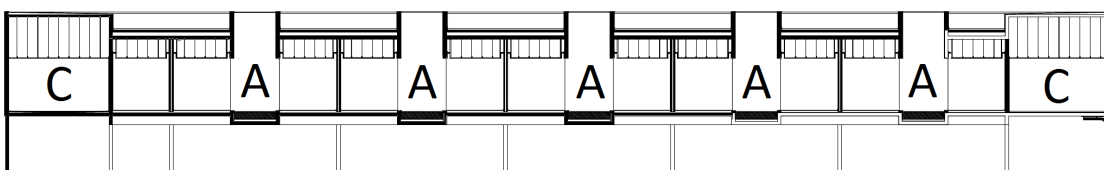


Figura 16 - Corte 2 do bloco 2

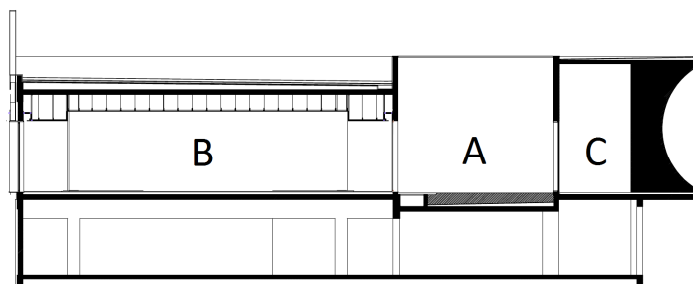


Figura 17 - Corte 3 do bloco 2

## 1.4. Material Não Estrutural

A arquitetura prevê uma estrutura em betão armado, com paredes exteriores em betão armado aparente conjugadas com paredes de alvenaria de bloco de betão de 20 cm rebocadas e pintadas. Para as paredes interiores estão previstas soluções compostas por pladur e isolamento acústico, e nas zonas húmidas tijolo simples de 20 cm.

Os revestimentos exteriores serão em betão aparente com as paredes de alvenaria rebocada e pintada. Os pavimentos interiores serão revestidos com uma pintura para pavimentos e as paredes a painéis de madeira ou pintadas. As instalações sanitárias e zonas húmidas serão revestidas a mosaicos e o auditório será revestido a painéis de madeira e soalho de madeira que cumpra as exigências acústicas.

As ligações entre pisos será efetuada através de lajes de escadas maciças em betão armado.

## 1.5. Material Estrutural

- Aço

O aço a utilizar será o S500 NR com as seguintes características.

$$- f_{yk} = 500 \text{ MPa} \quad - E_s = 200 \text{ GPa}$$

- Betão

De acordo com a sua localização estima-se que o edifício encontra-se sujeito as classes de exposição XC3 e XS1 identificadas no quadro 4.1 da NP EN 1992-1.

O anexo nacional da norma referida apresenta algumas recomendações quanto à classe de resistência do betão, mas devido a limitações de fabrico em angola e a falta de rigor na sua conceção será utilizado um betão de classe C 25/30 que apresenta propriedades de acordo com o quadro 3.1 da norma.

Algumas características do Betão segundo o quadro 3.1.

$$- f_{ck} = 25 \text{ MPa} \quad - f_{ctm} = 2.6 \text{ GPa} \quad - E_c = 31 \text{ GPa}$$

As tensões do betão e do aço devem ser reduzidas através da multiplicação de um coeficiente para obter as tensões de cálculo.

De acordo com o quadro 2.1N da NP EN 1992-1-1 para os estados limites últimos o coeficiente parcial relativo ao aço das armaduras toma o valor de 1,15 e o coeficiente parcial relativo ao betão toma o valor de 1,50.

O quadro seguinte apresenta os valores de cálculo para estes materiais.

$f_{ck}$	25000 kPa	$f_{yk}$	500000 kPa
$\gamma_c$	1,5	$\gamma_s$	1,15
$f_{cd}$	16700 kPa	$f_{yd}$	435000 kPa

Quadro 1 - Valores de cálculo das tensões dos materiais

$f_{ck}$  – Valor característico da tensão de rotura do betão à compressão aos 28 dias de idade;

$f_{yk}$  – Valor característico da tensão de cedência do aço das armaduras de betão armado;

$f_{cd}$  – Valor de cálculo da tensão de rotura do betão à compressão;

$f_{yd}$  – Valor de cálculo da tensão de cedência à tração do aço das armaduras para betão armado.

## 1.6. Disposições Geométricas

A geometria geral do edifício é apresentada em anexo e os eixos considerados na elaboração deste trabalho são os demonstrados nas figuras seguintes.



Figura 18 - Eixos do edifício

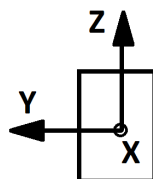


Figura 19 - Eixos dos elementos estruturais

Sendo o eixo x dos elementos perpendicular à secção transversal reta.

A identificação dos elementos é apresentada na planta do anexo 1 e o nome dos elementos é atribuído de acordo com a laje associada, seguido da sua classificação estrutural (com direção se for aplicável) e denominação. Por exemplo 1VHA, está associado à laje 1, é uma viga de direção horizontal denominada A.

### 1.6.1. Lajes

As lajes são apoiadas em vigas, com uma constituição monolítica e maciça. Foi definido que as lajes teriam uma espessura mínima de 12 centímetros.

Para facilitar a execução e para não existirem grandes variações de dimensões das lajes foram usadas as mesmas secções transversais (espessuras) em lajes cuja utilização e ações eram coincidentes. As seguintes figuras representam as secções consideradas para o bloco 1 e para o bloco 2.

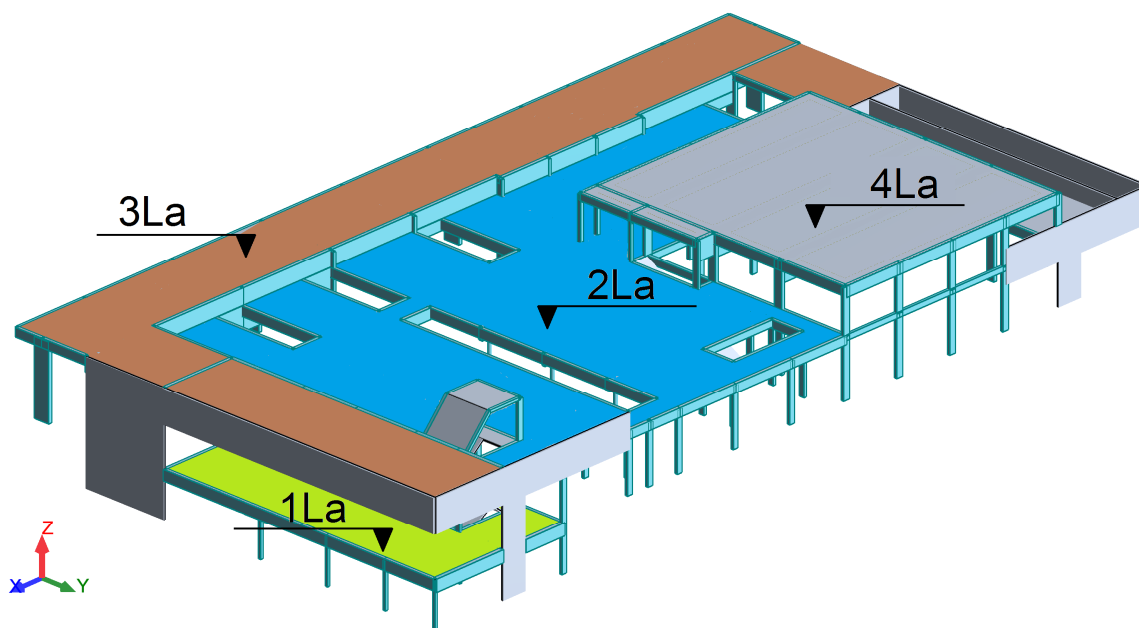


Figura 20 - Esquema tridimensional das lajes do bloco 1

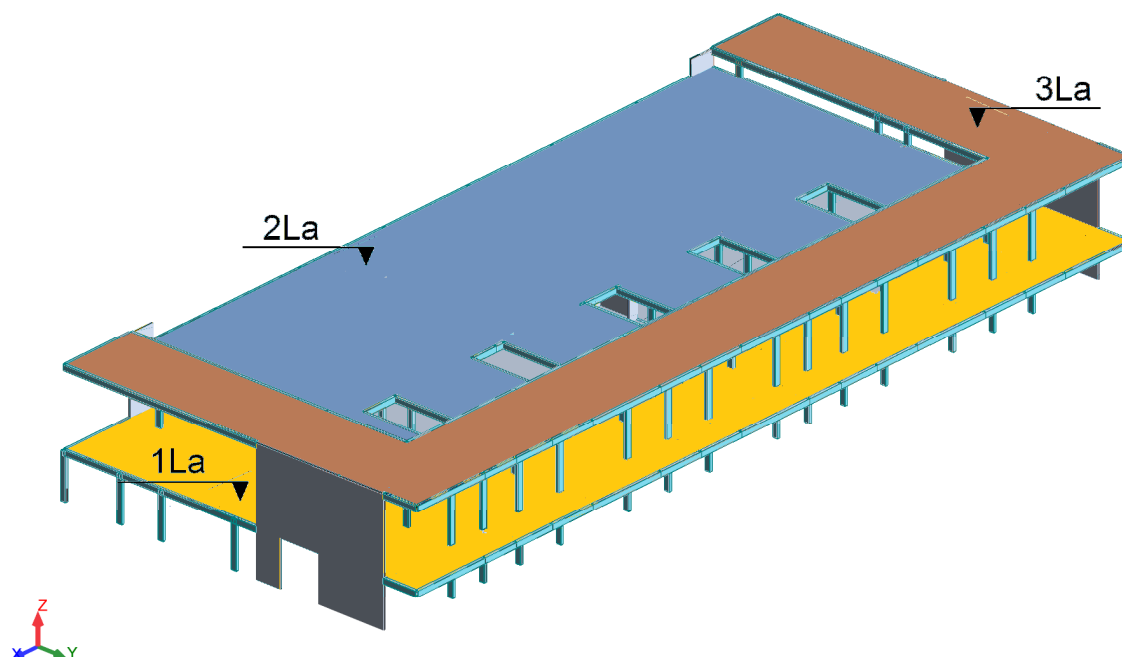


Figura 21 - Esquema tridimensional das lajes do bloco 2

### 1.6.2. Vigas

As vigas apresentam uma secção retangular. Devido a utilização de tetos falsos, existe alguma liberdade no dimensionamento da altura da viga, como tal, o dimensionamento foi restringido na largura da base da viga, devido à espessura das paredes e dos pilares. Esta largura está compreendida entre 20 a 25 centímetros.

Foi criada uma secção, inicialmente considerada igual para todos os elementos, para facilitar a conceção do modelo estrutural e servir de secção mínima admitida para as vigas. As dimensões desta secção são as apresentadas na figura seguinte.

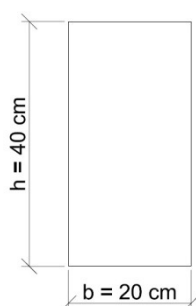


Figura 22 - Secção base das vigas

### 1.6.3. Pilares/Paredes estruturais

Os pilares que se encontram totalmente embebidos nas paredes não estruturais apresentam secções retangulares e os pilares que estão isolados destas têm uma seção circular.

Devido ao facto dos pilares estarem embebidos nas paredes, uma das dimensões estará limitada a 20 cm (espessura das paredes).

Tal como nas lajes foi definido uma secção “mínima” de 20 por 20 centímetros para uma análise inicial dos pilares.

As paredes estruturais serão em betão armado aparente, com uma espessura de 20 cm, com a exceção dos casos em que a arquitetura exige uma espessura de 25 cm, estas espessuras são comuns, para este tipo de elemento, em edifícios desta tipologia. Posteriormente será analisado se é necessário alterar as disposições geométricas.

### 1.6.4. Sapatas

Os pilares vão descarregar as ações no solo por meio de fundações diretas, nomeadamente por sapatas rígidas.

As sapatas são centradas e isoladas com o formato quadrado ou homotético.

## 1.7. Terreno De Fundação

Utilizando o ponto de cota mais baixo como referência foi realizada uma sondagem ao terreno de fundação até aos 9.04 metros de profundidade, realizando-se ensaios SPT e determinando-se que o nível freático encontra-se a uma profundidade de 5,5 metros.

O quadro seguinte demonstra o número de pancadas nos ensaios SPT.

Profundidade [m]	nº de Pancadas
1,8	24
3,3	32
4,8	22
6,3	60
7,8	60

Quadro 2 - Ensaios SPT

## 2. AÇÕES A CONSIDERAR

Este capítulo visa apresentar as ações a serem inseridas no modelo estrutural criado no programa de cálculo ROBOT. Cada Laje foi identificada de acordo com a sua categoria de utilização como definido nos quadros 6.1 e 6.9 da NP EN 1991-1.

### 2.1. Cargas Permanentes

O programa de cálculo considera o peso próprio da estrutura com base nas propriedades dos materiais. O valor do peso volúmico do betão armado, inserido no ROBOT, foi de 25 kN/m<sup>3</sup>. Como tal o peso próprio dos elementos não vai ser aprofundado neste capítulo.

### 2.2. Restantes Cargas Permanentes

Este subcapítulo demonstra os valores característicos das ações das restantes cargas permanentes, separadas em dois grupos, paredes divisórias e revestimentos. Estas ações foram definidas com base na arquitetura fornecida e através da identificação dos diferentes materiais.

Para a determinação dos pesos volúnicos foram utilizados os valores recomendados na norma NP EN 1991-1.

.

Foi admitido para as paredes exteriores, que a carga destas seria descarregada diretamente para as vigas. Admitindo um peso volúmico de 4 kN/m<sup>3</sup>, as paredes com uma espessura de 0,20 m e uma altura de 4,40 m, temos que a ação das paredes exteriores nas vigas será de 3,60 kN/m.

Foi considerado que os elementos não estruturais produziam as seguintes cargas.

Paredes de alvenaria com tijolo simples de 20 cm	1,4 kN/m <sup>3</sup>
Parede em Pladur com folhas de 1 cm perfazendo um total de 4 cm.	1,0 kN/m <sup>3</sup>
Parede constituída por folhas de vidro	0,5 kN/m <sup>2</sup>
Mosaicos cerâmicos incluindo argamassa	0,5 kN/m <sup>2</sup>
Teto falso	0,2 kN/m <sup>2</sup>
Reboco projetado	20 kN/m <sup>3</sup>
Solo	19 kN/m <sup>3</sup>



A ação das paredes a utilizar será de 30 %, do resultado da multiplicação das cargas acima descritas pela altura de 4,40 m.

O reboco é apresentado como uma carga por metro cúbico pois a sua espessura varia consoante a laje que reveste.

O valor do peso da tinta e do esmalte não foi considerado relevante pois apresenta valores muito reduzidos face aos restantes elementos.

### 2.2.1. Bloco 1

O quadro seguinte demonstra um resumo dos valores das restantes cargas permanentes por unidade de área para cada respetiva laje do bloco 1.

Lajes	Descrição	Categoria	P/Divisórias [kN/m <sup>2</sup> ]	Revest. [kN/m <sup>2</sup> ]
1La1	Reprografia	D1	1,35	2,00
1La2	Reprografia	D1	1,35	2,00
1La3	Sala com mesas	C1	1,35	2,00
1La4	Inst. Sanitárias	A	1,85	2,00
1La5	Galeria\Acesso	C3	0,50	2,00
LaE	Escadas	A	-	1,50
2La1	Cob. Acessíveis	I	-	3,50
2La2	Cabine	A	-	2,50
3La1	Cob. N/ Acessíveis	H	-	2,00
4La1	Cob. N/ Acessíveis	H	-	0,50

Quadro 3 - Resumo das restantes ações permanentes do Bloco 1

### 2.2.2. Bloco 2

O quadro seguinte demonstra um resumo dos valores das restantes cargas permanentes por unidade de área para cada respetiva laje do bloco 2.

Lajes	Descrição	Categoria	P/Divisórias [kN/m2]	Revest. [kN/m2]
1La1	Galeria\Acesso	C3	0,50	2,00
1La2	Sala com mesas	C1	1,35	2,00
1La3	Gabinets	B	1,35	2,00
1La4	Área verde	-	-	6,00
1La5	Arrumos	A	1,85	2,00
1La6	Reprografia	D1	1,00	2,00
LaE	Escadas	A	-	1,50
2La1	Cob. Acessíveis	I	-	3,50
3La1	C. N/ Acessíveis	H	-	2,00

Quadro 4 - Resumo das restantes ações permanentes do Bloco 2

## 2.3. Sobrecargas

As sobrecargas foram definidas de acordo com a categoria de utilização, definida para cada laje, e de acordo com o disposto no anexo nacional da NP EN 1991-1, nomeadamente do quadro NA 6.2 e quadro N.A 6.10.

As coberturas acessíveis de ambos os blocos foram consideradas com a utilização definida na categoria A, como previsto em 6.3.4.1 da NP EN 1991-1 e como tal com o valor de sobrecarga é o correspondente a essa categoria.

### 2.3.1. Bloco 1

Para o Bloco 1 os valores de sobrecarga adotados são os seguintes.

Lajes	Descrição	Categoria	Sobrecarga. [kN/m <sup>2</sup> ]
1La1	Reprografia	D1	4,0
1La2	Reprografia	D1	4,0
1La3	Sala com mesas	C1	3,0
1La4	Inst. Sanitárias	A	2,0
1La5	Galeria\Acesso	C3	5,0
LaE	Escadas	A	3,0
2La1	Cob. Acessíveis	I	2,0
2La2	Cabine	A	2,0
3La1	Cob. N/ Acessíveis	H	1,0
4La1	Cob. N/ Acessíveis	H	1,0

Quadro 5 - Resumo das sobrecargas existentes no bloco 1

A arquitetura não prevê coberturas acessíveis, mas como existe um acesso através das escadas à cobertura e para precaver futuras utilizações a laje com a seção 2La1 foi dimensionada como sendo uma cobertura acessível.

### 2.3.2. Bloco 2

Lajes	Descrição	Categoria	Sobrecarga [kN/m2]
1La1	Galeria\Acesso	C3	5,0
1La2	Sala com mesas	C1	3,0
1La3	Gabinetes	B	3,0
1La4	Área verde	-	3,0
1La5	Arrumos	A	2,0
1La6	Reprografia	D1	4,0
LaE	Escadas	A	3,0
2La1	Cob. Acessíveis	I	2,0
3La1	C. N/ Acessíveis	H	1,0

Quadro 6 - Resumo das sobrecargas existentes no bloco 2

Apesar da norma não referir a sobrecarga em jardins interiores, foi definido uma sobrecarga de 3 kN/m<sup>2</sup>, que corresponde à sobrecarga dos gabinetes adjacentes.

A arquitetura não prevê coberturas acessíveis, mas como existe a possibilidade de acesso através do bloco 1 a laje 2La1 foi dimensionada como sendo uma cobertura acessível

## 2.4. Ação Do Vento

O cálculo da ação do vento foi realizado de acordo com a NP EN 1991-1-4. Para criar um paralelo entre a Norma e a situação em Camama, foi considerando que o tipo de terreno se assemelha com a categoria IV, apresentada no quadro NA- 4.1.

Categoria de terreno		$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]
I	Zona costeira exposta aos ventos de mar	0,005	1
II	Zona de vegetação rasteira, tal como erva, e obstáculos isolados (árvores, edifícios) com separações entre si de, pelo menos, 20 vezes a sua altura	0,05	3
III	Zona com uma cobertura regular de vegetação ou edifícios, ou com obstáculos isolados com separações entre si de, no máximo, 20 vezes a sua altura (por exemplo: zonas suburbanas, florestas permanentes)	0,3	8
IV	Zona na qual pelo menos 15 % da superfície está coberta por edifícios com uma altura média superior a 15 m	1,0	15
<p><i>NOTA 1: As categorias de terreno II, III e IV estão ilustradas em A.1.</i></p> <p><i>NOTA 2: O coeficiente de rugosidade, <math>c_r(z)</math>, é ilustrado na Figura NA.1.</i></p>			

Quadro 7 - N.A. 4.1 - Categorias de terreno

O edifício apresenta diferentes alturas em relação ao solo e para o presente trabalho foi considerada como mais gravosa a altura de 10,20 metros. Com as considerações referidas e de acordo com o exposto na alínea l do artigo 2.3 do anexo nacional NA pode-se definir um coeficiente de exposição com o seguinte valor aproximado.

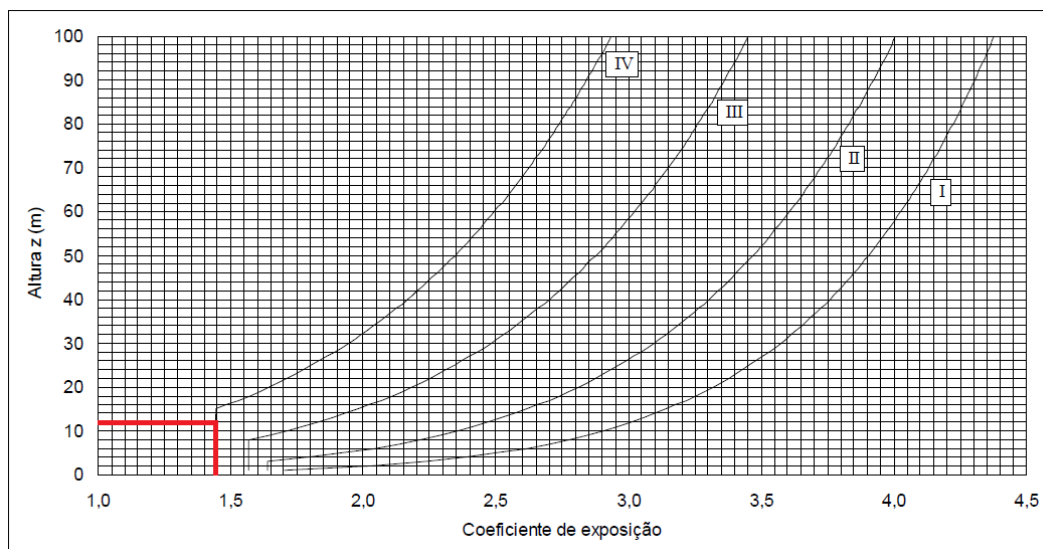


Figura 23 - Coeficiente de exposição

$$C_e(z) = 1,45 \quad 2.1$$

$C_e(z)$  - Coeficiente de exposição

A velocidade básica de referência do vento é dada pela seguinte equação.

$$v_b = C_{dir} \times C_{season} \times v_{b,0} = 27 \text{ m/s} \quad 2.2$$

$v_b$  - Valor de referência da velocidade do vento

$v_{b,0}$  - Valor básico da velocidade de referência

$C_{dir}$  - Coeficiente de direção

$C_{season}$  - Coeficiente de sazão

O anexo nacional recomenda o valor de 1,0, para ambos os coeficientes acima referidos.

Deste modo o valor de velocidade básica será igual ao valor da velocidade fundamental.

Para este projeto foi escolhida a velocidade de 27 metros por segundo, admitida para a generalidade do território português, de acordo com o quadro NA.I da NP EN 1991-1-4.

A pressão vertical provocada pelo vento é uma ação favorável e como tal foi desprezada.

A ação característica do vento na estrutura é determinada utilizando a seguinte fórmula.

$$W_k = C_{pe} \times q_p(z) \quad 2.3$$

$W_k$  - Valor característico da ação do vento

$C_{pe}$  - Coeficiente de pressão exterior

$q_p(z)$  - Pressão dinâmica de pico

#### **2.4.1. Determinação da pressão dinâmica de pico**

O coeficiente de exposição apresentado anteriormente, pode ser definido através da seguinte relação.

$$C_e(z) = 1,45 = \frac{q_p(z)}{q_b} \quad 2.4$$

$q_b$  - Pressão dinâmica de referência

Resolvendo a equação em ordem à pressão dinâmica do vento, obtém-se uma fórmula simplificada para a sua determinação

$$q_p(z) = q_b \times 1,45 \quad 2.5$$

A pressão dinâmica de referência é dada pela seguinte fórmula.

$$q_b = \frac{1}{2} \times \rho \times v_b^2 \quad 2.6$$

$\rho$  - Massa volúmica do ar (toma o valor de  $1.25 \text{ kg/m}^3$  de acordo com o artigo 4.5)

$$q_b = \frac{1}{2} \times 1,25 \times 27^2 = 455,63 \text{ Pa} \quad 2.7$$

Substituindo na equação 2.5 o valor da pressão dinâmica de referência, conseguimos calcular a pressão dinâmica de pico.

$$q_p(z) = 455,63 \times 1,45 = 660,66 \text{ Pa} \quad 2.8$$

#### 2.4.2. Determinação do coeficiente de pressão exterior

A planta do edifício em estudo é irregular, como tal vai se considerar uma aproximação a uma planta retangular regular e admitir como referência a situação mais desfavorável.

De acordo com o artigo 7.2.2 pode-se definir o diagrama tensões resultantes da ação horizontal do vento, como um diagrama retangular com a altura de referência igual a altura, definida anteriormente como 10.2 metros, a seguinte figura demonstra o disposto neste artigo.

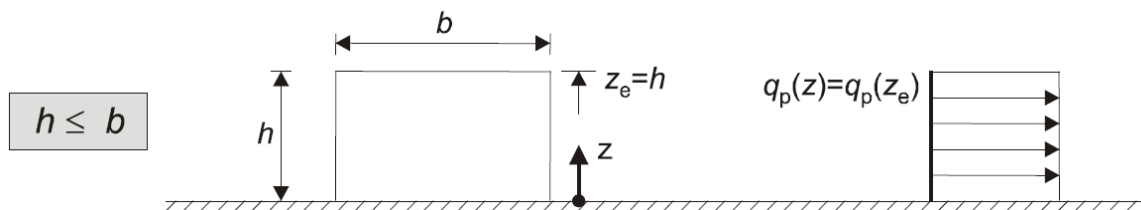


Figura 24 - Diagrama de pressões do vento

A ação horizontal do vento pode ser considerada constante ao longo de toda a superfície, mas varia ao longo da superfície das paredes paralelas, como tal a norma apresenta áreas para as diferentes ações provocadas pelo vento.

A figura seguinte apresenta nomenclatura e definição das zonas consideradas pela norma.

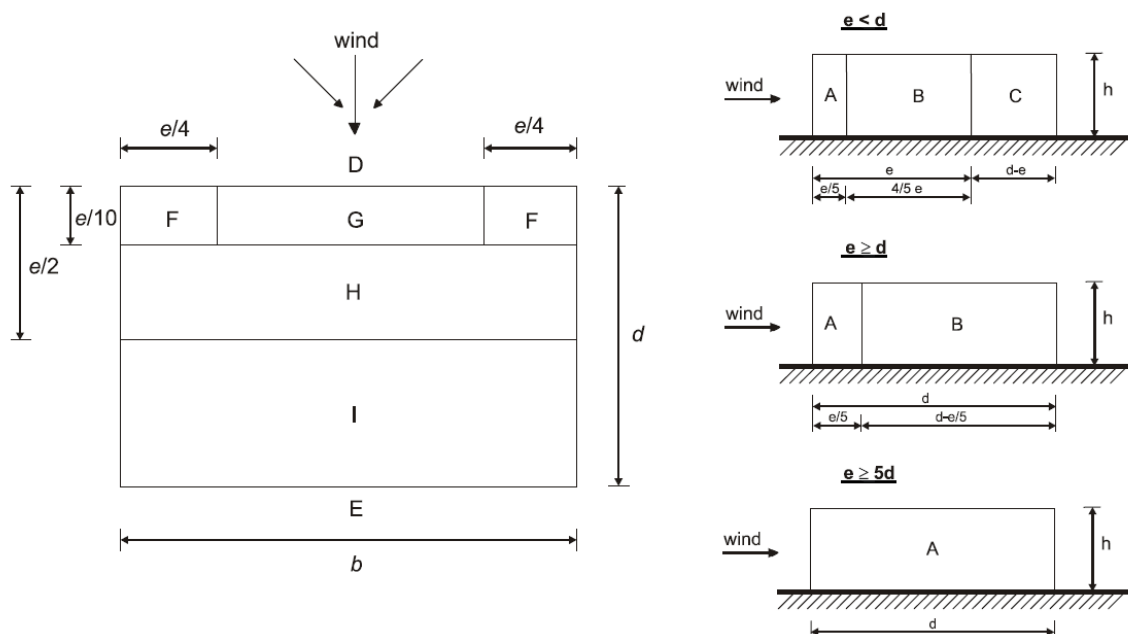


Figura 25 - Zonas de ação do vento

$$e = \min\{b; 2 \times h\} \quad 2.9$$

- Coeficiente de pressão exterior.

O quadro 7.1 da norma apresenta os valores de referência do coeficiente de pressão exterior para as diferentes zonas. Este quadro depende da zona, dimensão dos elementos e da relação entre a altura e a dimensão da planta perpendicular ao vento.

Zona	A		B		C		D		E	
$h/d$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	

Quadro 8 - Valores recomendados dos coeficientes de pressão exterior



O coeficiente de exposição exterior será o referente a uma área superior a 10 m<sup>2</sup> ( $C_{pe,10}$ ) e é o resultado da soma da zona D e da zona E, pois considerou-se que o vento está a incidir sobre a fachada.

O edifício apresenta diferentes fachadas com diferentes alturas, mas como as dimensões em planta são bastante superiores as alturas resultando numa relação  $h/d$  inferior a 0,25, como tal em vez de se realizar uma análise em separado para cada situação, admitiu-se que a altura toma o valor de 10,2 metros, como referido anteriormente, e a dimensão perpendicular ao vento ( $d$ ) o valor de 21,0 metros. Estas dimensões correspondem ao auditório e a situação mais gravosa. Conclui-se então que a relação entre  $h_w$  e  $d$  é aproximadamente 0,49.

$$\frac{h_w}{d} = \frac{10,2}{21,0} = 0,49 \quad 2.10$$

Considerar que o coeficiente resultante destas dimensões corresponde a ação do edifício todo, o que implica estar do lado da segurança, mas pode dar origens a sobredimensionamentos, no quadro seguinte pode-se verificar que tal não é o caso pois o coeficiente resultante do valor 0,49 é semelhante ao do valor 0,25.

Através de uma interpolação dos valores correspondentes ao intervalo em questão, obtém-se o valor do coeficiente de pressão exterior.

$C_{pe,10}$		
$h_w/d$	Zona D	Zona E
1	0,8	0,5
0,49	0,73	0,36
0,25	0,7	0,3

Quadro 9 - Valor do coeficiente de pressão exterior

$$C_{pe,10} = 0,73 + 0,36 = 1,09 \quad 2.11$$

Este valor é válido para uma ação do vento segundo X e Y pois as considerações que foram tomadas são válidas para ambas as direções.

### • Ação do vento

A ação do vento horizontal tem o seguinte valor característico

$$W_{sk} = 1,09 \times 660,66 = 720,12 \text{ Pa} \quad 2.12$$

## 2.5. Ação Sísmica

O dimensionamento à ação sísmica foi realizado utilizando a NP EN 1998 e com o apoio programa de cálculo Robot Structural Analysis. A utilização deste programa permite ignorar os critérios de regularidade estrutural apresentados no artigo 4.2.3, pois utiliza um modelo de análise espacial, simulando os elementos tridimensionalmente.

O edifício pode ser classificado com uma classe de importância III como previsto no quadro 4.3, com um esquema estrutural de classe de ductilidade média (DCM) e com um coeficiente de amortecimento de 5%. Com base nos dados apresentados na sondagem determinou-se que o tipo de terreno é B de acordo com o quadro 3.1.

O edifício tem um sistema misto e de acordo com o artigo 5.2.2.2 o coeficiente de comportamento é dado pela seguinte fórmula:

$$q = q_0 \times K_w \quad 2.13$$

$q$  - Coeficiente de comportamento

$q_0$  - Valor básico do coeficiente de comportamento

$K_w$  - Coeficiente que reflete o modo de rotura

O coeficiente que reflete o modo de rotura pode ser considerado igual a 1,0, de acordo com o ponto (11)P do artigo 5.2.2.2. da NP EN 1998-1.

O valor básico do coeficiente de comportamento é dado pelo quadro 5.1. do mesmo artigo.

$$q_0 = 3,0 \times \frac{\alpha_u}{\alpha_1} \quad 2.14$$

$\alpha_u$  - Fator multiplicador da ação sísmica correspondente a formação de um mecanismo de rotura.

$\alpha_1$  - Fator multiplicador da ação sísmica que corresponde à formação da primeira rótula plástica

Pode-se admitir  $\frac{\alpha_u}{\alpha_1} = 1.1$  de acordo com a alínea “a” do ponto 5, este modo temos que o coeficiente de comportamento toma o valor de:

$$q = 3.0 \times 1.1 \times 1.0 = 3.3 \quad 2.15$$

### 2.5.1. Criação do espectro de resposta de cálculo

A NP EN 1998 possibilita a criação de um espectro de resposta de cálculo elástico horizontal utilizando as seguintes equações como referência.

$$S_d(T) = a_g \times S \times \left[ \frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \left( \frac{2.5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right] \quad 0 \leq T \leq T_B \quad 2.16$$

$$S_d(T) = a_g \times S \times \frac{2.5}{q} \quad T_B \leq T \leq T_C \quad 2.17$$

$$S_d(T) = \max \left\{ a_g \times S \times \frac{2.5}{q} \times \left( \frac{T_C}{T} \right); \beta \times a_g \right\} \quad T_C \leq T \leq T_D \quad 2.18$$

$$S_d(T) = \max \left\{ a_g \times S \times \frac{2.5}{q} \times \left( \frac{T_C \times T_D}{T^2} \right); \beta \times a_g \right\} \quad T_D \leq T \leq 4 \quad 2.19$$

O valor do limite inferior do gráfico é dado através de  $\beta$  que adota o valor de 0,2, recomendado na norma. De seguida apresenta-se a metodologia de determinar os restantes parâmetros.

- **Parâmetros dos espectros**

A norma considera dois zonamentos sísmicos, o primeiro para um sismo próximo de pequena magnitude, sismo Tipo I e o segundo para um sismo afastado de moderada ou elevada magnitude, sismo Tipo II. O sismo afastado foi calculado tendo em conta a falha tectónica, que se estende desde a Síria a Moçambique.

Este zonamento indica a aceleração máxima de referência que através da multiplicação do coeficiente de importância consegue-se obter o valor da aceleração à superfície de um terreno, como demonstrado na seguinte equação.

$$a_g = \gamma_i \times a_{gR} \quad 2.20$$

$a_g$  - Aceleração à superfície de um terreno;

$a_{gR}$  - Aceleração máxima de referência (quadro NA.1);

$\gamma_i$  - Coeficiente de importância (quadro NA.II).

O seguinte quadro apresenta um resumo dos valores referentes ao edifício em estudo.

	Ação Sísmica do tipo I	Ação Sísmica do tipo II
Zona	1.6	2.5
agR	0,35	0,8
$\gamma_I$	1,45	1,25
ag	0,51	1,00

Quadro 10 - Valores das acelerações

De acordo com a alínea f do artigo NA 2.3, valor do parâmetro S para uma aceleração de cálculo inferior ou igual a  $1 \text{ m/s}^2$  de ser igual ao parâmetro  $S_{\max}$  que, depende do tipo de terreno e do tipo de sismo.

De acordo com o anexo nacional, nomeadamente quadro NA 3.2 e NA 3.3, os valores dos parâmetros do espectro de resposta para um terreno tipo B são os seguintes.

	Ação Sísmica do tipo I	Ação Sísmica do tipo II
$S_{\max}$	1,35	1,35
Tb	0,10	0,10
Tc	0,60	0,25
Td	2,00	2,00

Quadro 11 - Parâmetros definidores do espectro de resposta elástico

Substituindo os valores referidos anteriormente nas fórmulas 2.14, 2.15, 2.16 e 2.17 deste capítulo chegamos aos seguintes espectros de resposta de cálculo.

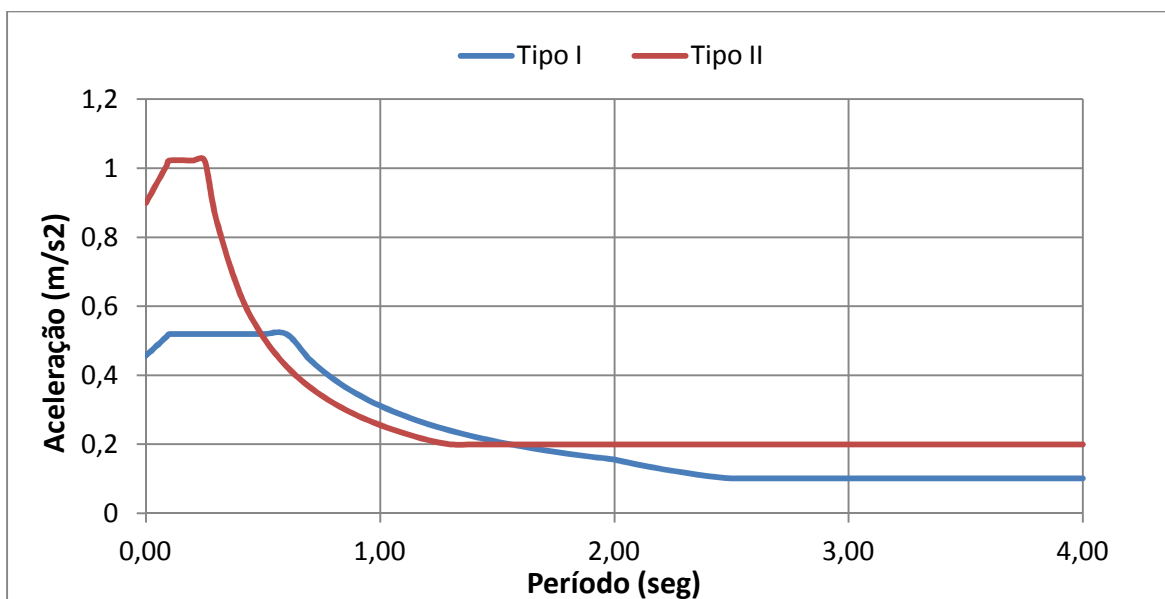


Figura 26 - Espectros de cálculo

Como a tipologia do edifício permanece igual em ambas as direções ortogonais e consequentemente o coeficiente de comportamento, podemos adotar os espectros calculados anteriormente para ambas as direções.

Para o caso em questão não foram considerados espectros de cálculo elásticos verticais.

## 2.6. Análise Dinâmica

A análise sísmica do edifício foi realizada através da análise modal do espectro de resposta apresentada no ponto 4.3.3.3 da NP EN 1998. O espectro de referência utilizando para esse efeito é o espectro de resposta elástico calculado no capítulo 2.5 deste documento.

A análise modal foi realizada utilizando o software de cálculo ROBOT admitindo as seguintes condições.

- O número de modos a considerar corresponde a uma mobilização superior a 90 % da massa em ambas as direções;
- Todos os modos apresentam massas modais superiores a 5% da massa total;
- Não existem mobilização de massa segundo o eixo vertical;
- As cargas de carácter permanente foram adicionadas como massa;
- As sobrecargas foram adicionadas como massa mas reduzidas de  $\psi_2$ ;
- Não foram considerados elementos secundários

### 2.6.1. Efeitos de torção

A determinação dos efeitos de torção é dada através do ponto 4.3.3.3.3 da NP EN 1998 que apresenta a seguinte equação

$$M_{ai} = e_{ai} \times F_i \quad 2.21$$

$M_{ai}$  - Momento torsor de eixo vertical no piso i

$F_i$  - Força horizontal atuando no piso i

$e_{ai}$  - Excentricidade accidental da massa do piso i em relação à sua localização nominal, aplicada na mesma direção em todos os pisos.

A excentricidade accidental é dada pela equação do ponto 4.3.2

$$e_{ai} = \pm 0,05 \times L_i \quad 2.22$$

$L_i$  - Dimensão do piso na direção perpendicular à direção da ação sísmica.

### 2.6.2. Combinação das respostas modais

Os modos de vibração podem ser combinados utilizando uma combinação quadrática simples se cumprirem o estipulado no ponto 4.3.3.3.2 da norma

$$T_j \leq 0,9 \times T_i \quad , com \quad T_j \leq T_i \quad 2.23$$

$T_j$  - Período de vibração do modo j

$T_i$  - Período de vibração do modo i

Isto significa que para poder aplicar a raiz quadrada da soma dos quadrados aos diferentes modos, estes não podem ter períodos semelhantes.

### 2.6.3. Combinação dos esforços horizontais

Como foi desprezada a componente vertical da ação sísmica, a estrutura apenas vai estar sujeita a ações horizontais. Considera-se que estas ações atuam em simultâneo mas com diferentes intensidades, como tal o ponto 4.3.3.5.1 da norma apresenta as seguintes combinações de ações.

$$E_{Ed,x} \pm 0,3 \times E_{Ed,x} \quad 2.24$$

$$0,3 \times E_{Ed,x} \pm E_{Ed,x} \quad 2.25$$

$E_{Ed,x}$  - Esforços da ação sísmica horizontal segundo o eixo x

$E_{Ed,y}$  - Esforços da ação sísmica horizontal segundo o eixo y

### 2.6.4. Análise modal do espectro de resposta no ROBOT

Utilizando o ROBOT para efetuar uma análise modal do edifício foi possível obter as frequências e participações de massa, utilizando o especificado em capítulos anteriores e considerando uma matriz de massa com rotações

A seguinte imagem demonstra as opções consideradas na introdução de dados.

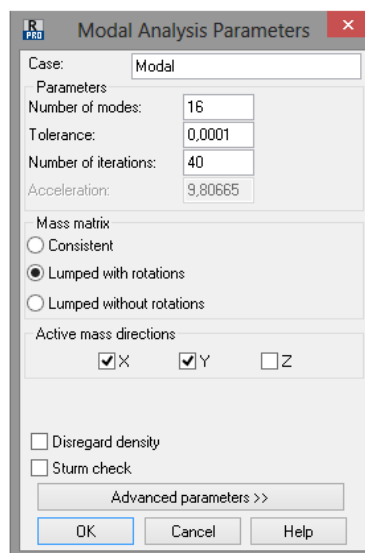


Figura 27 - Análise modal no ROBOT

O seguinte quadro apresenta os resultados obtidos para o bloco 1 incluindo a frequência e a mobilização de massa para cada modo.

Modo	Frequência [Hz]	Período [seg]	Mas.rel.UX [%]	Mas.rel.UY [%]	Massa total [kg]
1	1,52	0,66	6,52	0,01	4631083,97
2	1,84	0,54	92,12	0,13	4631083,97
3	2,59	0,39	92,26	34,74	4631083,97
4	2,95	0,34	94,41	37,18	4631083,97
5	3,40	0,29	94,47	40,61	4631083,97
6	3,98	0,25	95,13	71,58	4631083,97
7	4,13	0,24	95,47	75,59	4631083,97
8	4,58	0,22	95,90	84,76	4631083,97
9	4,78	0,21	95,94	84,77	4631083,97
10	5,02	0,20	95,94	86,29	4631083,97
11	5,19	0,19	95,95	86,36	4631083,97
12	5,62	0,18	96,44	88,52	4631083,97
13	6,13	0,16	96,76	88,86	4631083,97
14	6,22	0,16	96,78	88,86	4631083,97
15	7,05	0,14	96,78	89,34	4631083,97
16	7,34	0,14	97,54	94,15	4631083,97

Quadro 12 - Modos do bloco 1

Como é possível ver para obter 90% de massa mobilizada em ambas as direções é preciso ter 16 modos, como tal para a análise ao efeito do sismo vai-se considerar todos os 16 modos. O primeiro modo está no limite mínimo de massa devido ao facto da existência de uma viga que se encontra praticamente isolada e como tal tem pouco contributo para a resistência do edifício apesar disto este modo também foi considerado.

A seguinte figura demonstra o primeiro modo de vibração.



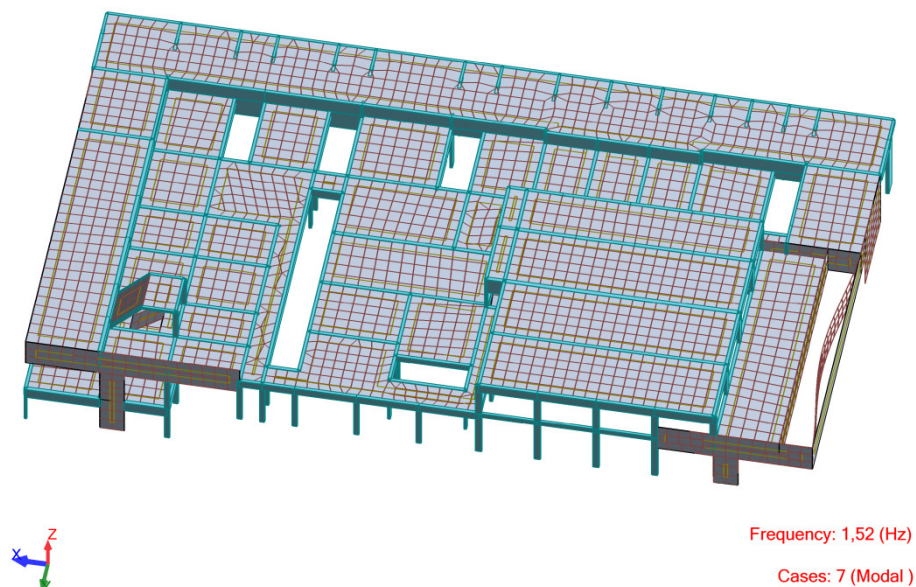


Figura 28 - Modo 1 do bloco 1

As seguintes imagens demonstram os modos 2 e 3 em que como esperado ocorrem deslocamentos da estrutura segundo o eixo x e segundo o eixo y respetivamente. Estas deslocações sofrem de alguma rotação pois a rigidez e massa do edifício não são uniformes sobretudo na zona destinada ao auditório.

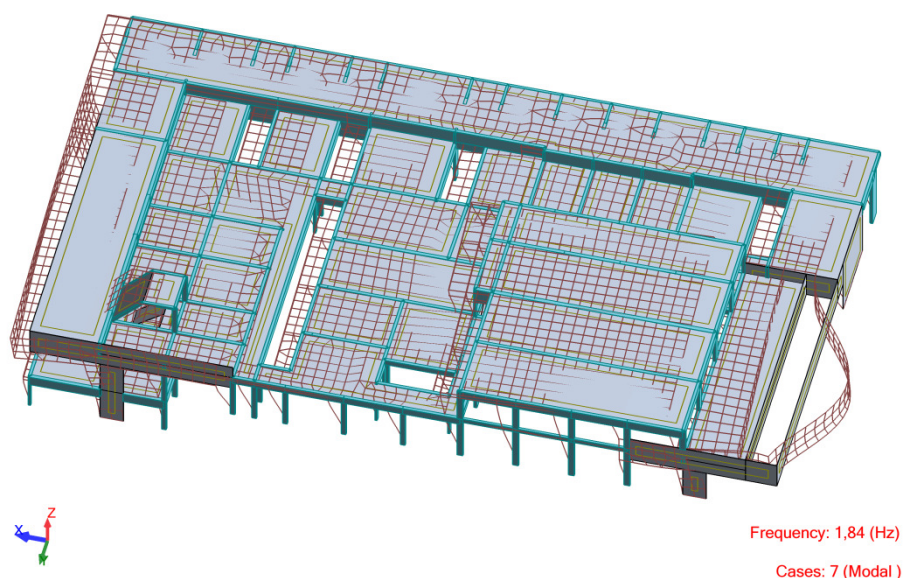


Figura 29 - Modo 2 do bloco 1

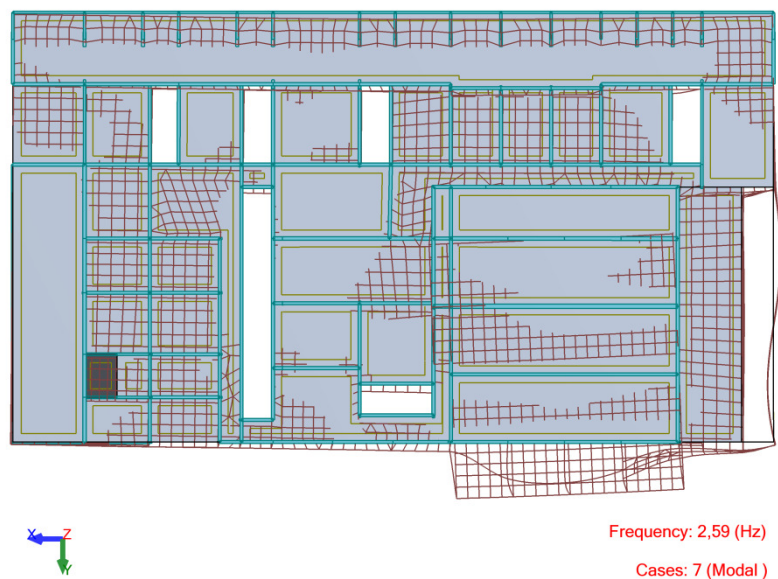


Figura 30 - Modo 3 do bloco 1

O seguinte quadro apresenta os diferentes modos de vibração do bloco 2. O bloco 2 apresenta 11 modos até se mobilizar a massa estipulada na norma NP EN 1998.

Modo	Frequência [Hz]	Período [seg]	Mas.rel.UX [%]	Mas.rel.UY [%]	Massa total [kg]
1	1,59	0,62	72,29	0,01	6033366,16
2	3,83	0,26	72,31	64,25	6033366,16
3	5,34	0,19	83,48	64,38	6033366,16
4	6,05	0,17	91,42	64,38	6033366,16
5	6,34	0,16	98,62	64,49	6033366,16
6	7,08	0,14	98,72	66,25	6033366,16
7	7,55	0,13	98,72	67,79	6033366,16
8	7,90	0,13	98,76	75,75	6033366,16
9	10,11	0,10	98,76	76,08	6033366,16
10	10,22	0,10	98,76	76,43	6033366,16
11	10,45	0,10	98,86	90,81	6033366,16

Quadro 13 - Modos do bloco 2

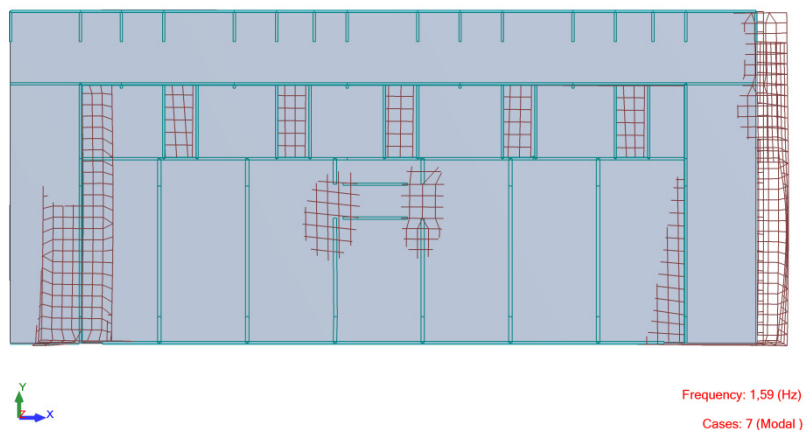


Figura 31 - Modo 1 do bloco 2

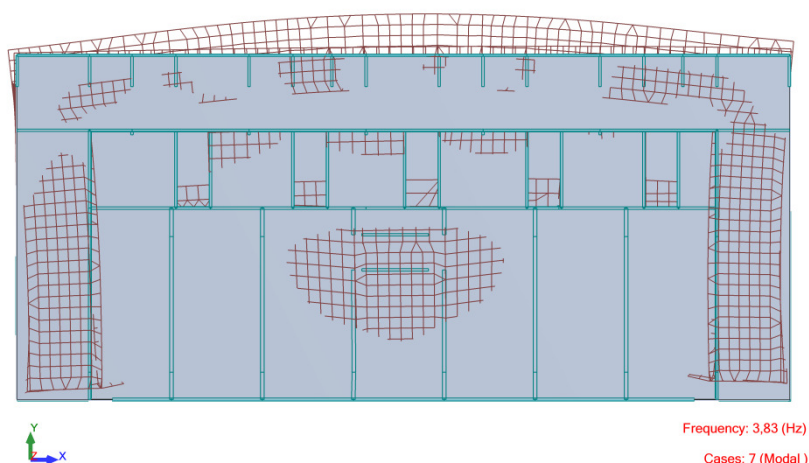


Figura 32 - Modo 2 do bloco 2

A deslocação do edifício em cada modo é mais evidente e apresenta uma menor influência da rotação devido as excentricidades, isto deve-se a simetria do edifício que se traduz numa maior proximidade entre o centro de massa e o centro de rigidez dos pisos.

Como a relação entre os períodos dos modos não cumpre o estipulado na equação 2.25 não vai ser possível a utilização da combinação quadrática simples, no entanto o ROBOT permite utilizar uma combinação quadrática completa (CQC) que vai ser utilizada para a combinação das ações.

Por fim realizou-se uma análise espectral introduzindo os espectros do capítulo 2.5.1 e definiu-se a direção de acordo com a seguinte imagem

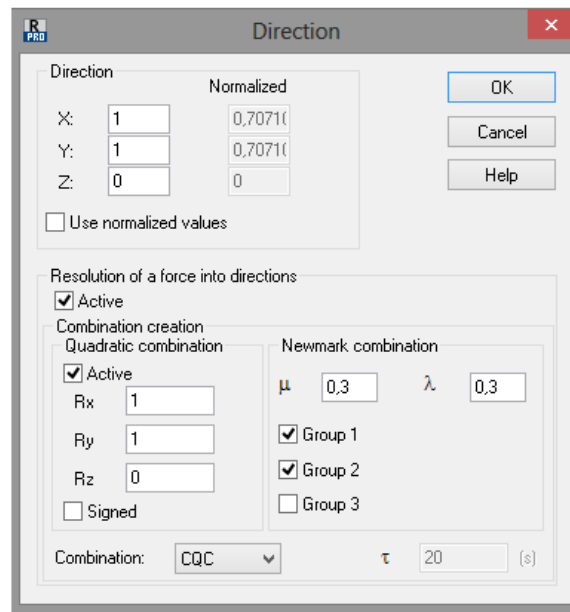


Figura 33 - Análise espectral no ROBOT (direção)

Estas opções garantem que as condições definidas nos capítulos anteriores são cumpridas.

### 3. COMBINAÇÃO DE AÇÕES

Para o dimensionamento da estrutura recorreu-se às combinações de ações previstas no Eurocódigo 1990 (EC0):

- Estados Limites Últimos – Combinação Fundamental (artigo 6.4.3.2)

$$E_d = \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad 3.1$$

- Estados Limites Últimos – Ação Sísmica (artigo 6.4.3.4)

$$E_d = G_{k,j} + A_{Ed} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad 3.2$$

- Estados Limites de Serviço – Combinação Característica (artigo 6.5.3)

$$E_d = G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad 3.3$$

- Estados Limites de Serviço – Combinação Quase Permanente (artigo 6.5.3)

$$E_d = G_{k,j} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad 3.4$$

$E_d$  - Valor de dimensionamento do efeito de uma ação;

$G_k$  - Valor característico de uma ação permanente;

$Q_k$  - Valor característico de uma ação variável;

$A_{Ed}$  - Valor de cálculo da ação sísmica;

$\gamma_G$  - Coeficiente parcial relativo às ações permanentes (1,35<sup>1</sup>);

$\gamma_Q$  - Coeficiente parcial relativo às ações variáveis (1,50);

---

<sup>1</sup> Para as restantes cargas permanentes foi considerado 1,50 devido a possíveis alterações.

### 3.1. Valores Do Coeficiente $\Psi$

Os valores do coeficiente  $\Psi$  são os especificados nos seguintes quadros e estão de acordo com o especificado no quadro A1.1 do anexo A1 da NP EN 1990.

Categoria	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
A	0,7	0,5	0,3
B	0,7	0,5	0,3
C1	0,7	0,7	0,6
C3	0,7	0,7	0,6
D1	0,7	0,5	0,3
I	0,7	0,5	0,3
H	0	0	0

Quadro 14 - Valores recomendados de  $\Psi$  para cada categoria

$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
0,6	0,2	0

Quadro 15 - Valores de  $\Psi$  para a ação do vento

### 3.2. Análise de Resultados

A ação do vento e a ação sísmica não foram condicionantes para o dimensionamento deste edifício.

As seguintes figuras representam as deformadas, provocadas pela ação horizontal do vento. Como se pode verificar o valor da deformada máxima não é significativo.

Os valores apresentados encontram-se em cm.

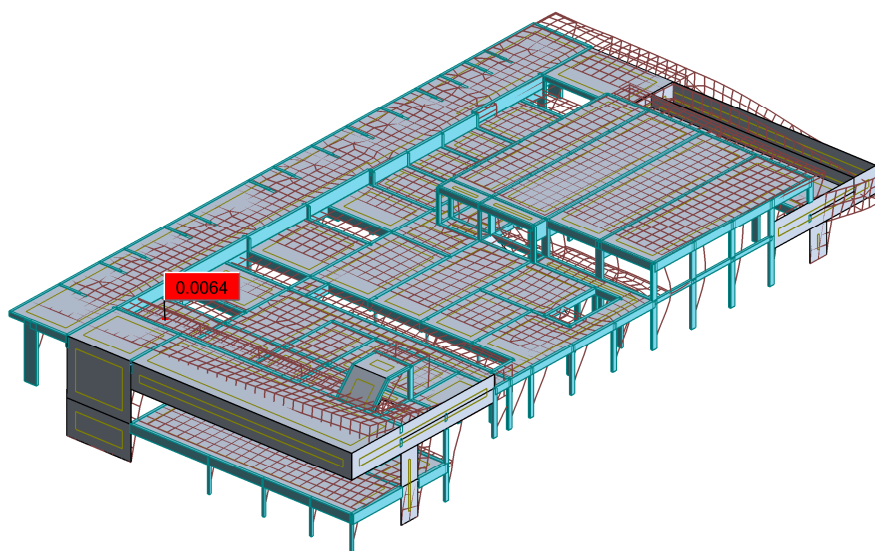


Figura 34 - Deformada do bloco 1 com a ação do vento segundo o eixo X

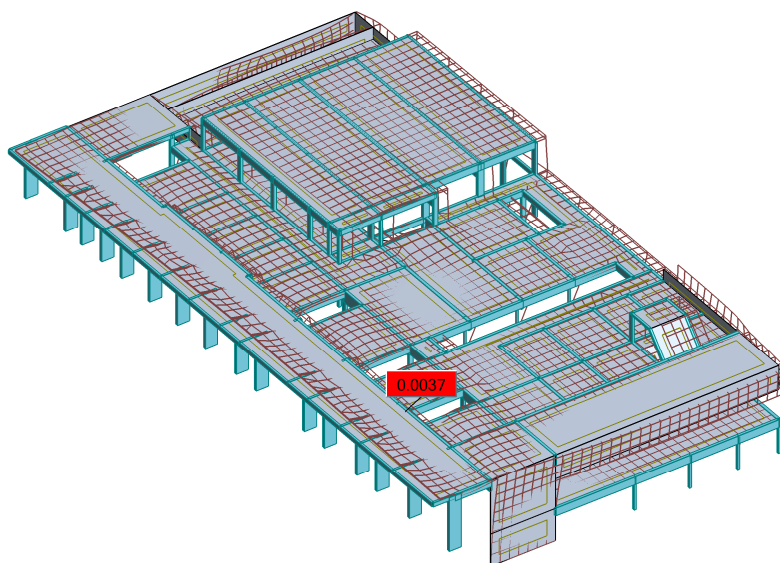


Figura 35 - Deformada do bloco 1 com a ação do vento segundo o eixo Y



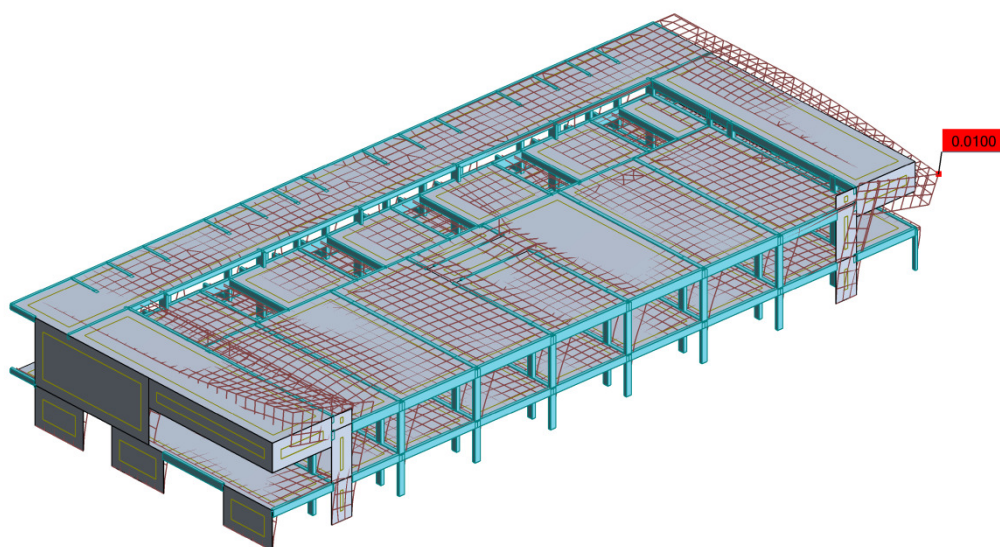


Figura 36 - Deformada do bloco 2 com a ação do vento segundo o eixo X

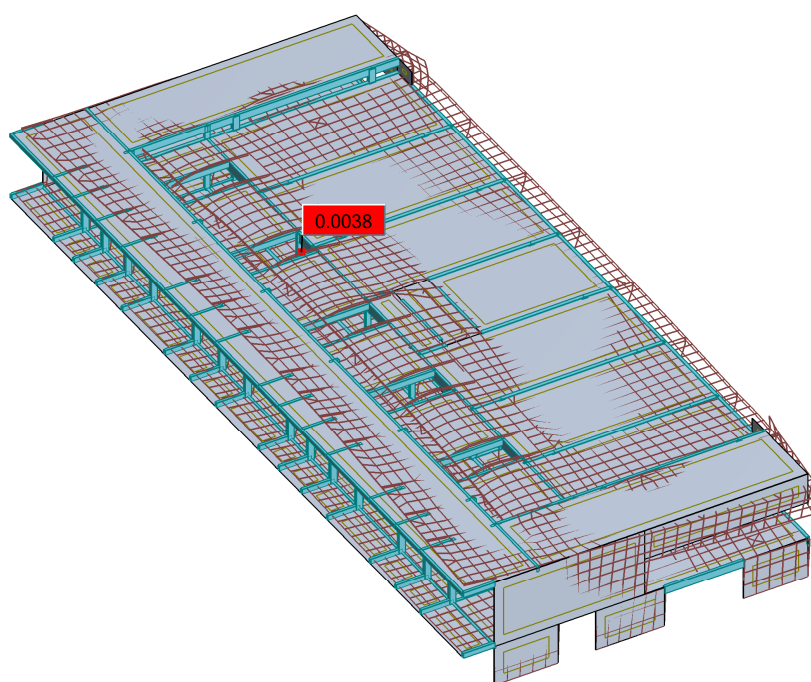


Figura 37 - Deformada do bloco 2 com a ação do vento segundo o eixo Y



## 4. MODELAÇÃO DA ESTRUTURA

A estrutura foi modelada de acordo com o anexo 1 utilizando um sistema de barras para simular as vigas e pilares e painéis de Shell (casca) para as lajes e paredes estruturais.

As ações e deformações apresentadas nos painéis vão ser averiguadas através do método de elementos finitos com uma malha quadrada de pontos afastados de 1 metro.

As seguintes figuras mostram a disposição dessas malhas.

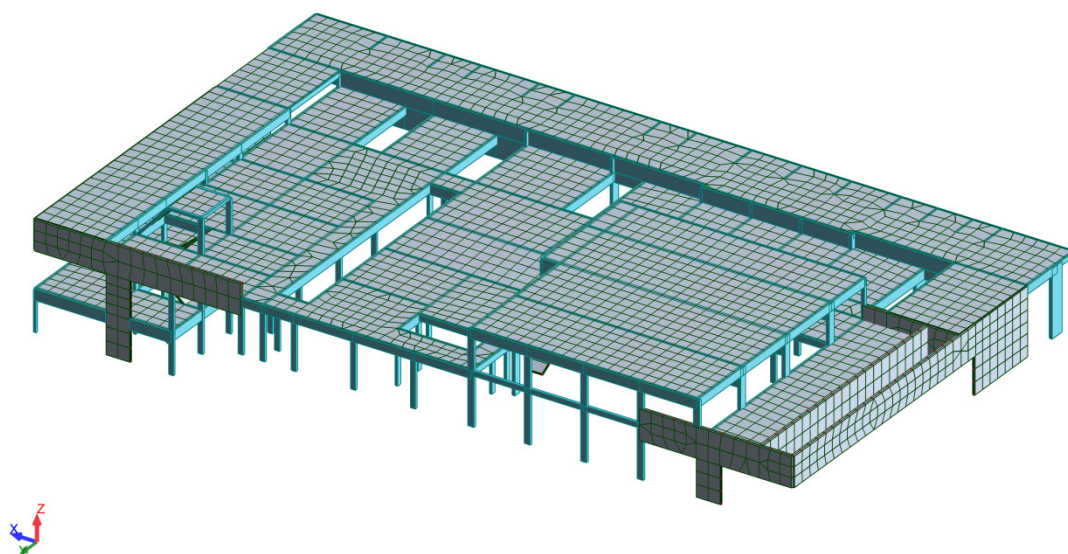


Figura 38 - Malha do bloco 1

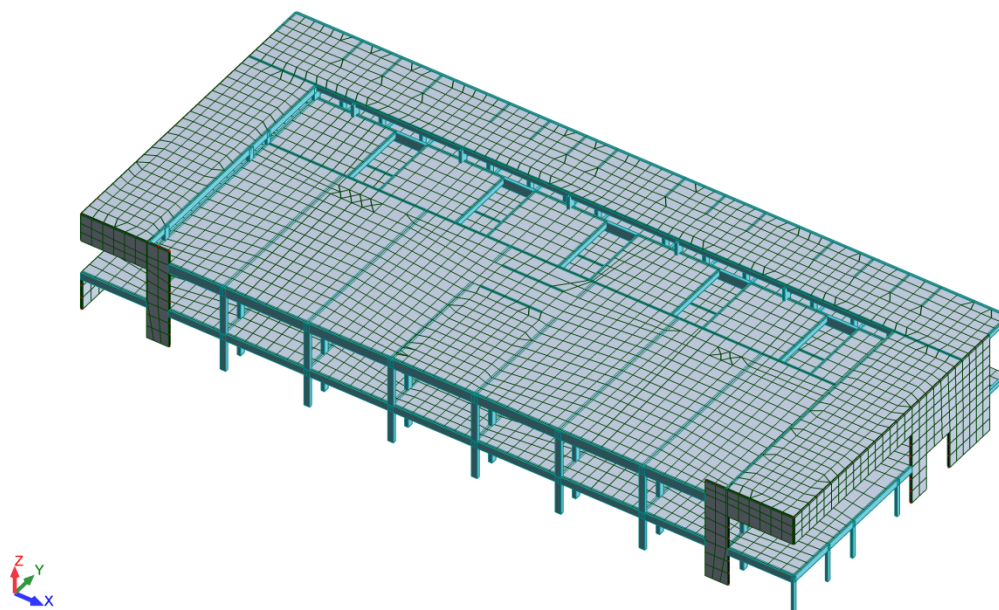


Figura 39 - Malha do bloco 2

## 4.1. Pormenores de modelação

Devido a proximidade dos diferentes níveis de lajes, se certas vigas tiverem secções de altura elevada, tais como as representadas na figura a seguir, podem ficar demasiado próximas ou até sobreporem-se. Caso o referido sucedesse a solução de elementos barra seria substituída por um painel.

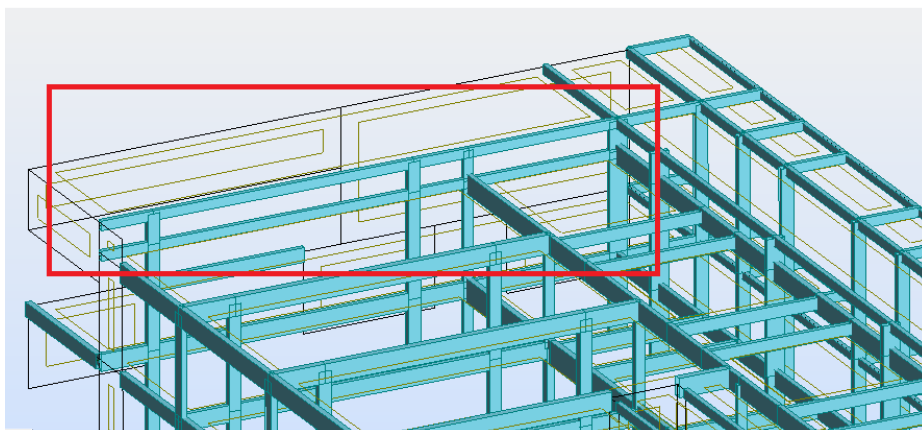


Figura 40 - Vigas próximas

No decorrer deste trabalho foi considerado desnecessário a utilização de painéis.

## 4.2. Casos Especiais

Estes casos apresentam soluções de modelação alternativas devido as condições especiais a que estão sujeitos. Isto deve-se a situações da arquitetura que exigem geometrias específicas.

O primeiro caso trata-se de pilares que apresentam uma secção variável formando uma “meia lua”, estes pilares vão ser dimensionados como pilares normais, e como tal foi encontrada uma alternativa a sua modelação.

O segundo caso trata-se de vigas com um extenso vão que descarregam a sua carga em vigas adjacentes, como tal estas e as vigas adjacentes vão ser dimensionadas como painéis.

### 4.2.1. Pilares de secção variável

Os pilares de secção variável vão ser modelados como um conjunto de barras apresentado na seguinte figura à direita.

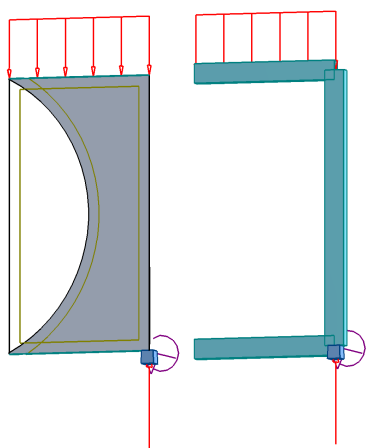


Figura 41 - Pilares de secção variável

Isto facilita o dimensionamento e permite uma modelação mais rápida e eficiente. Foi realizado um estudo que permite avaliar esta simplificação utilizando o seguinte esquema como referência.

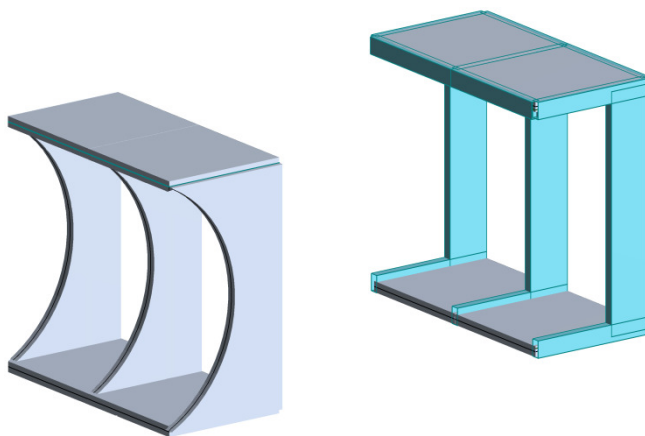


Figura 42 - Esquema dos pilares

A imagem representada à esquerda da figura 24 representa uma modelação painéis-painéis e a modelação à direita barras-painéis.

Os resultados obtidos são apresentados no anexo 3 onde podemos concluir que apesar das diferenças entre os resultados uma modelação utilizando barras-painéis é aceitável. As barras utilizadas foram dimensionadas de modo a que a deformação do conjunto barras-painéis seja semelhante à do conjunto painéis-painéis.

#### 4.2.2. Casos de vigas especiais

Certas situações devem ser analisadas de uma maneira mais aprofundada porque implicam seções elevadas e situações com características únicas. Nestes casos as seções foram retiradas do elemento principal (do respetivo bloco) e analisadas nas mesmas combinações de ações e condições semelhantes, assim como uma análise de elementos finitos com uma malha mais apertada.

No bloco 1 existem dois casos, o primeiro foi designado por V-A e o segundo por V-B e em cada caso um número foi atribuído a cada painel como representado nos seguintes esquemas

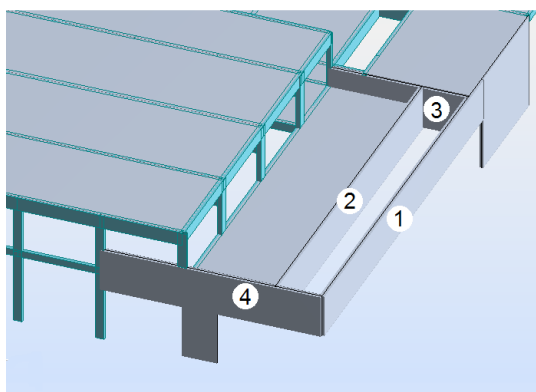


Figura 43 - Caso VA

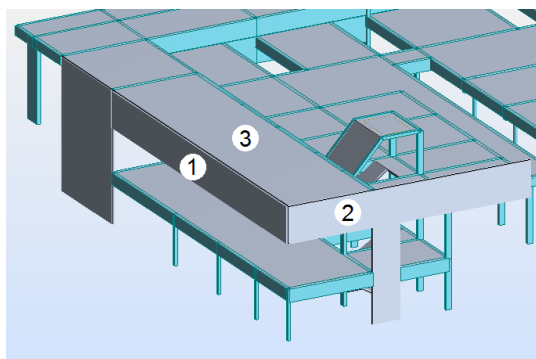


Figura 44 - Caso VB

O bloco 2 apresenta versões semelhantes ao caso VB, designados VB1 E VB2, e como tal estão de acordo com a figura 26. Foi também decidido que a viga 4 do caso VA e a viga 2 do caso VB deveriam ser aumentadas além das paredes que as suportam com o fim de diminuir a deformação das vigas apoiadas nas extremidades.

No caso VB, VB1 e VB2 a laje definida como 3 foi dimensionada normalmente como uma laje e é portanto apresentada nos respetivos capítulos.

## 5. DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES

Além das exigências impostas pela arquitetura, os elementos estruturais foram dimensionados através do momento reduzido, definido no capítulo 6 deste trabalho. Para esse efeito foi admitido que o momento reduzido deveria estar limitado a um intervalo. Este intervalo proporcionaria uma seção de dimensões suficientemente capaz de resistir aos esforços, com apenas uma pequena percentagem de armadura e atingindo um equilíbrio económico entre a área de betão e de armadura. Simultaneamente que é verificada a segurança aos estados limites últimos.

Em adição às designações previamente definidas para as seções, os elementos foram identificados de acordo com a numeração designada no software ROBOT que é apresentada no anexo 1.

Após uma modelação inicial e o seu cálculo, verificou-se quais os elementos que não correspondiam ao estipulado e procedeu-se a redefinição das seções. Estas seções foram alteradas no programa de cálculo ROBOT e recalculadas. Este processo repetiu-se até se chegar a condições pretendidas.

Ao longo do processo acima descrito foram retiradas as flechas, que foram avaliadas tendo em consideração o artigo 7.4.1 da NP EN 1992. Este artigo admite a dispensa de um estudo aprofundado das flechas, caso se verifique que a flecha não exceda o valor da seguinte relação.

$$a_{max} = \frac{l}{250} \quad 5.1$$

No entanto como a deformação de certas vigas pode influenciar os panos de alvenaria e os envidraçados de grandes dimensões, vai se considerar a seguinte flecha máxima.

$$a_{max} = \frac{l}{500} \quad 5.2$$

$a_{max}$  - Flecha máxima

$l$  - Vão do elemento

Esta verificação é realizada para a combinação quase permanente, do estado limite de solicitação. Como referido na norma esta combinação de ações é utilizada para efeitos a longo prazo, e como tal, foi utilizada a seguinte equação para determinar a flecha a longo prazo. Esta equação tem como base o método simplificado dos coeficientes parciais globais.

$$a_{lp} = (1 + \varphi) \times a_e \quad , \quad \text{para } M < M_r \quad 5.3$$

$$a_{lp} = \left(\frac{h}{d}\right)^3 \times \eta \times (1 - 20 \times \rho_{cm}) \times a_e \quad , \quad \text{para } M \geq M_r \quad 5.4$$

$a_{lp}$  - Flecha a longo prazo

$a_e$  - Flecha elástica sem armação

$\eta$  - Coeficiente de correção das armaduras ( $\eta = 4$ )

$h$  - Altura da seção

$d$  - Altura útil da seção

$\rho_{cm}$  - Percentagem geométrica média de armadura de compressão

$\varphi$  - Coeficiente de fluência (2,5)

$M_r$  - Momento de fendilhação

$$M_r = W_{pl} \times f_{ctm} \quad 5.5$$

Como é desconhecida a percentagem de armadura, vai-se considerar que se encontra entre a percentagem mínima, segundo a seguinte equação.

$$\rho_{Lmin} \geq \begin{cases} 0,26 \times \frac{F_{ctm}}{F_{yk}} \\ 0,0013 \end{cases} \quad , \quad \rho_{Lmin} = 0,0014 \quad 5.6$$

E a percentagem máxima descrita a seguir

$$\rho_{Lmax} = 0,04 \quad 5.7$$

Como a percentagem de armadura normalmente pende para a percentagem mínima, admitiu-se que seria igual ao seguinte valor.

$$\rho_{cm} = 0,0020 \quad 5.8$$

## 5.1. Dimensionamento das Seções das Lajes

Para o dimensionamento das lajes foi considerado o seguinte intervalo

$$0,10 \leq \mu \leq 0,20 \quad 5.9$$

Os valores das ações considerados são os da envolvente de esforços para as combinações de ações apresentadas no capítulo 3.

Foi definida a designação de Lm para o vão menor e LM para o vão maior, bem como os seguintes momentos.

$M_{xx}^+$  - Momento de cálculo em torno do eixo x positivo

$M_{yy}^+$  - Momento de cálculo em torno do eixo y positivo

$M_{xx}^-$  - Momento de cálculo em torno do eixo x negativo

$M_{yy}^-$  - Momento de cálculo em torno do eixo y negativo

$V_{ed}$  – Força transversal de cálculo

As ações utilizadas foram retiradas utilizando a função mapas do ROBOT. As seguintes imagens são dois exemplos, para o estado limite último.

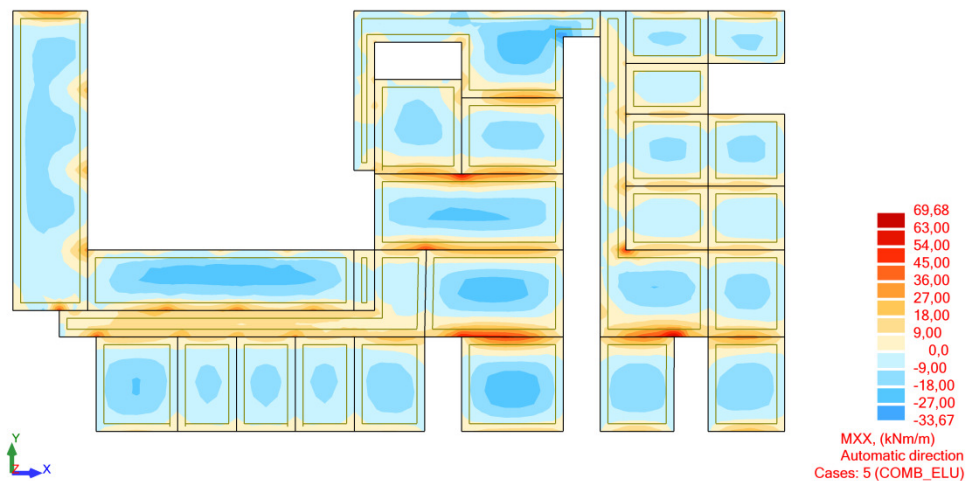


Figura 45 - Momentos em torno do eixo x da laje 2LA do bloco 1

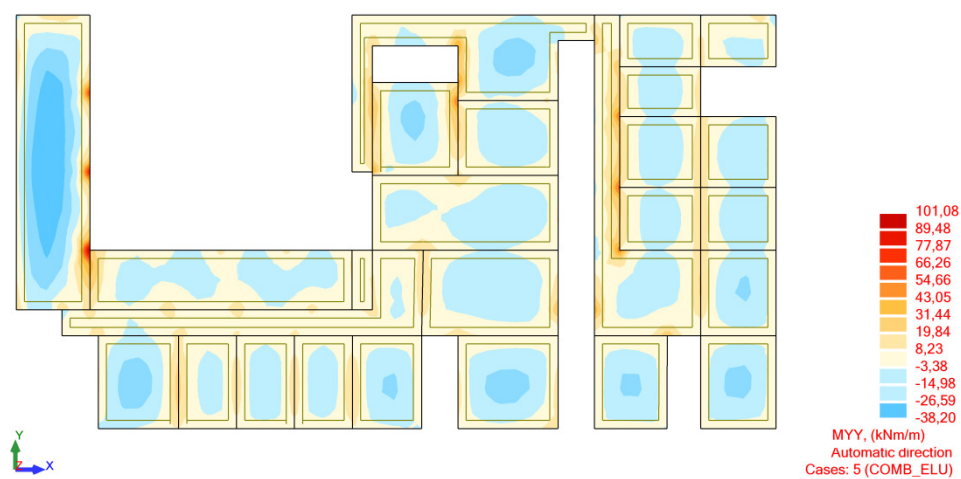


Figura 46 - Momentos em torno do eixo y da laje 2LA do bloco 1

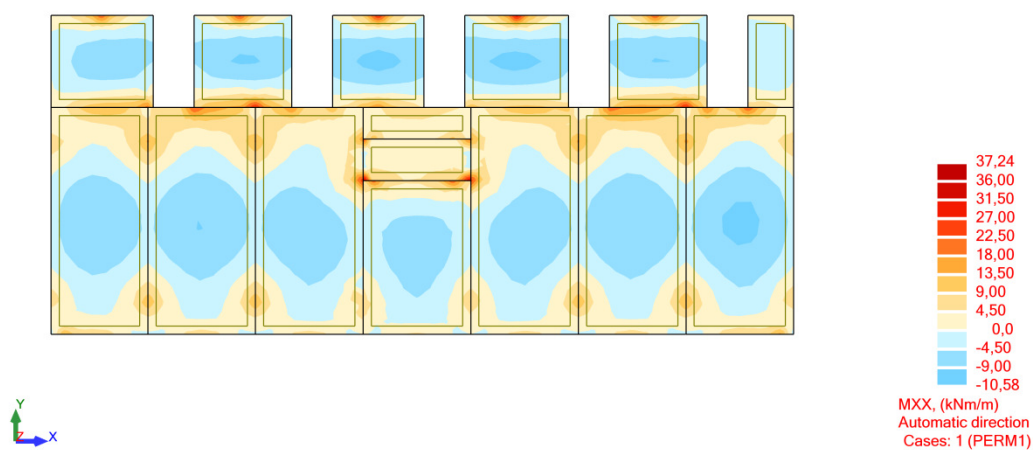


Figura 47 - Momentos em torno do eixo x da laje 2LA do bloco 2



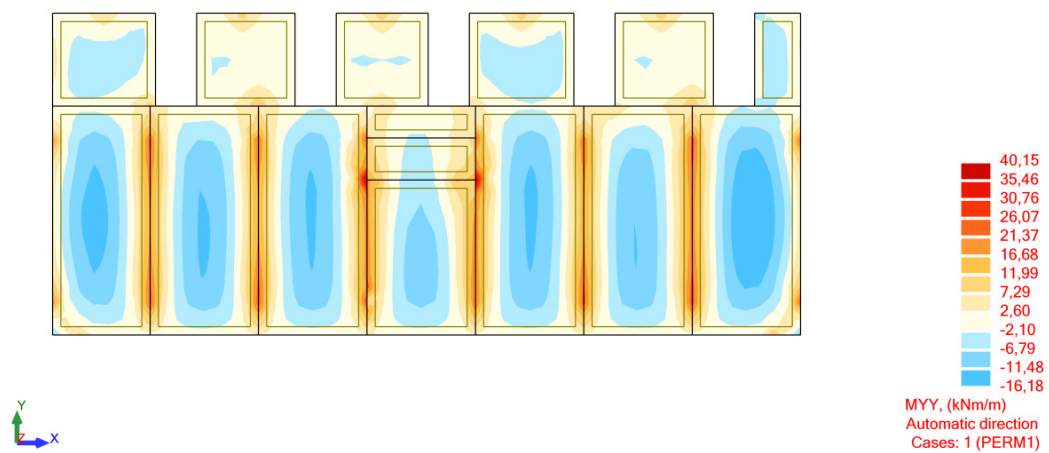


Figura 48 - Momentos em torno do eixo y da laje 2LA do bloco 2

O bloco 1 apresenta as seguintes deformações

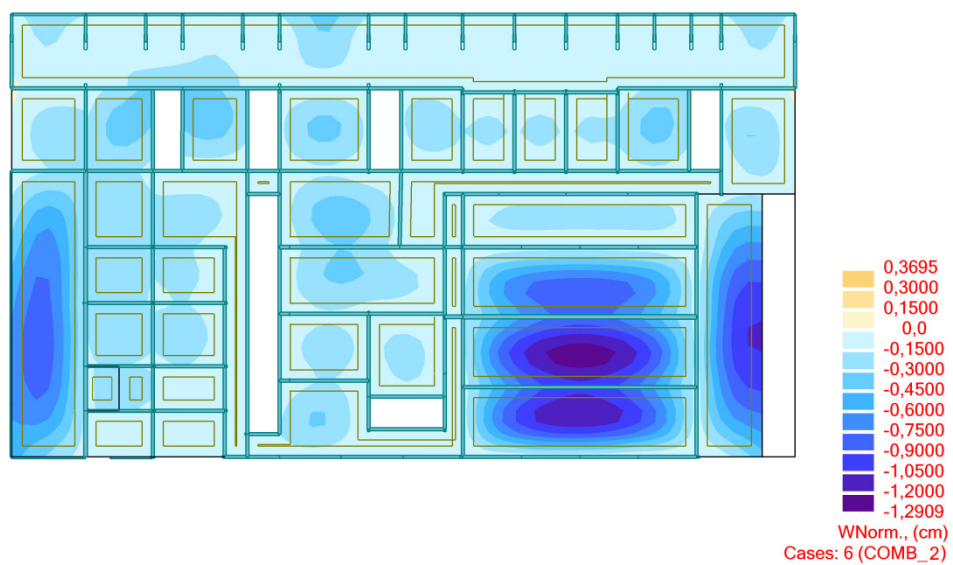


Figura 49 - Deformações no bloco 1

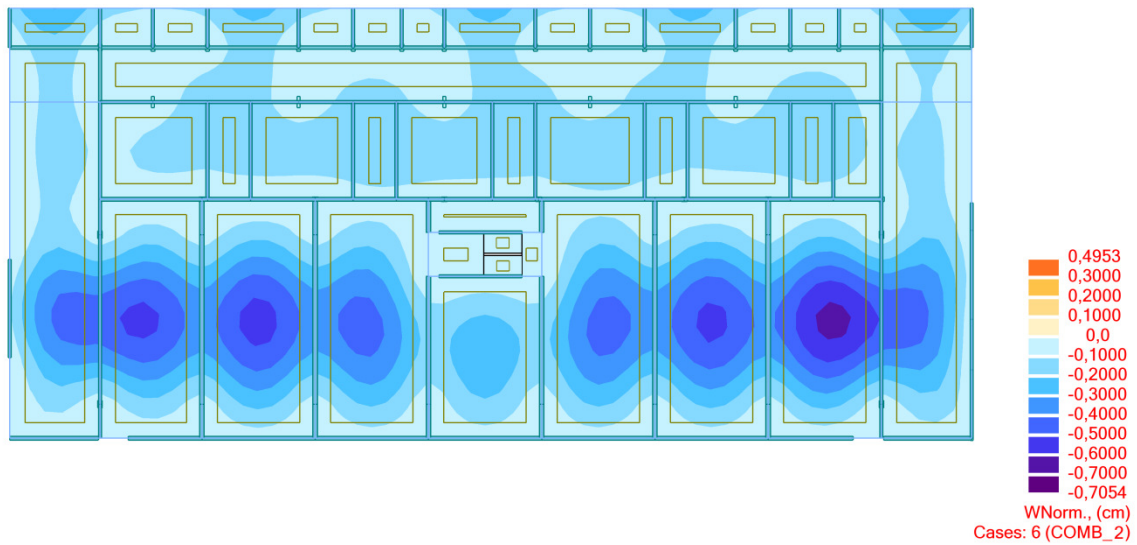


Figura 50 - Deformações no bloco 2

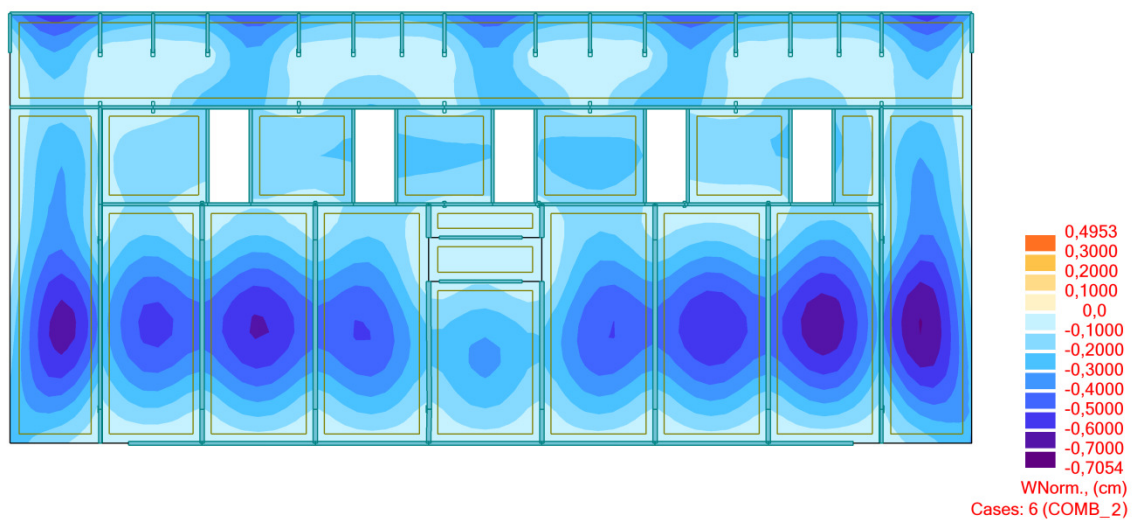


Figura 51 - Deformações na cobertura do bloco 2

Com base no recobrimento mínimo definido na NP EN 1992 e considerando que as lajes são elementos pouco espessos, foi definido que a distância entre a superfície exterior do betão e o eixo dos varões seria de 4 centímetros.

A altura útil das lajes foi então definida pela seguinte equação.

$$d = h - 0,04 \quad 5.10$$

$d$  - Altura útil da seção

$h$  - Altura da seção

Obtendo-se as seguintes espessuras para as lajes.

Bloco 1			Bloco 2		
Secção	h	d	Secção	h	d
1La1	0,20	0,16	1La1	0,20	0,16
1La2	0,20	0,16	1La2	0,20	0,16
1La3	0,20	0,16	1La3	0,20	0,16
1La4	0,20	0,16	1La4	0,20	0,16
1La5	0,20	0,16	1La5	0,20	0,16
2La1	0,20	0,16	1La6	0,20	0,16
2La2	0,20	0,16	2La1	0,20	0,16
3La1	0,15	0,11	3La1	0,15	0,11
3La1S	0,15	0,11	LaE	0,20	0,16
4La1	0,12	0,08			
CobEsc	0,12	0,08			
LaE	0,20	0,16			

Quadro 16 - espessuras das lajes do bloco 1 e bloco 2

## 5.2. Dimensionamento das Seções das Vigas

Para o dimensionamento das vigas foi considerado o seguinte intervalo

$$0,20 \leq \mu \leq 0,30 \quad 5.11$$

Os valores das ações considerados são os da envolvente de esforços para as combinações de ações apresentadas no capítulo 3.

Com base no recobrimento mínimo definido na NP EN 1992 e considerando que as vigas são elementos com uma seção de altura considerável e que alguns destes elementos foram definidos em betão aparente, foi definido que a distância entre a superfície exterior do betão e o eixo dos varões seria de 6 centímetros.

A altura útil das lajes foi então definida pela seguinte equação.

$$d = h - 0,06 \quad 5.12$$

$d$  - Altura útil da seção

$h$  - Altura da seção

Os seguintes quadros demonstram as soluções para as seções das vigas

Seção	b [m]	h [m]
1VHA	0,25	0,75
1VHB	0,25	0,70
1VHC	0,25	0,65
1VHD	0,25	0,80
1VHH	0,30	0,90
1VVA	0,25	0,80
1VVB	0,25	0,80
1VVC	0,25	0,80

Seção	b [m]	h [m]
3VHA	0,20	0,40
3VHC	0,25	1,20
3VHD2	0,25	1,10
3VVB2	0,25	0,70
3VVC	0,20	0,40
3VVD2	0,20	0,40
3VVH2	0,30	0,70
3VVH	0,20	0,40
3VVI	0,25	0,65

Seção	b [m]	h [m]
4VHA	0,25	0,65
4VHB1	0,25	0,70
4VHB	0,30	1,50
4VHC1	0,30	1,50
4VHC	0,35	1,70
4VHD	0,35	1,70
4VHE	0,25	0,80
4VVA	0,25	0,70
4VVB	0,25	0,70
4VVC	0,25	0,50

Seção	b [m]	h [m]
2VHA1	0,30	1,80
2VHA	0,25	0,80
2VHB1	0,25	1,20
2VHB2	0,25	0,90
2VHB	0,25	0,60
2VHC2	0,25	0,80
2VHC	0,25	0,60
2VHD1	0,30	0,90
2VHD2	0,25	0,65
2VHD	0,25	0,50
2VHE1	0,25	0,65
2VHE	0,25	0,90
2VHF1	0,25	0,80
2VHF2	0,25	0,65
2VHF	0,25	0,50
2VHG1	0,25	0,65
2VHG	0,20	0,40
2VVA1	0,25	0,65
2VVA	0,25	0,80
2VVB1	0,25	0,80
2VVB2	0,25	0,80
2VVB3	0,25	0,80
2VVB	0,25	0,80
2VVC1	0,25	0,60
2VVC	0,25	0,50
2VVD1	0,25	0,70
2VVD2	0,25	0,70
2VVD	0,25	0,70
2VVE1	0,25	0,70
2VVE	0,25	0,70
2VVF1	0,25	0,70
2VVF	0,25	0,60
2VVG	0,25	0,65
2VVH	0,25	0,70

Quadro 17 - Seções das vigas de bloco 1

Seção	b [m]	h [m]	Seção	b [m]	h [m]	Seção	b [m]	h [m]
1VHA1	0,25	0,6	2VHA	0,25	0,80	3VHC	0,20	0,40
1VHA	0,25	0,6	2VHB	0,20	0,80	3VVA	0,20	0,60
1VHB	0,25	1,2	2VHC	0,25	0,80	3VVD1	0,20	0,40
1VHC	0,2	0,7	2VHE	0,20	0,30			
1VHD	0,2	0,3	2VHF	0,20	0,40			
1VHF	0,2	0,4	2VVA	0,30	0,80			
1VVA	0,2	0,7	2VVB	0,30	0,90			
1VVB	0,3	0,8	2VVD	0,20	0,40			
1VVC1	0,2	0,6	2VVE	0,20	0,50			
1VVC	0,2	0,6						
1VVD1	0,2	0,4						
1VVE	0,2	0,7						

Quadro 18 - Seções das vigas do bloco 2

### 5.3. Dimensionamento das Seções dos Pilares

O ponto 9.5.1 indica-nos que a norma NP EN 1992 define um elemento como sendo um pilar se este respeitar a seguinte relação.

$$h \leq 4b \quad 5.13$$

$h$  - Altura da seção

$b$  - Largura da seção

Como tal todos os elementos que respeitam estas condições foram considerados pilares, com a exceção dos elementos 2PA1 até 2PA11 do bloco 1, que não respeitam estas condições mas foram dimensionados como pilares.

Para o dimensionamento foi considerado que o esforço axial reduzido, definido no capítulo 6 deste documento, não deveria exceder 0,85

### 5.3.1. Encurvadura

A NP EN 1992 não apresenta um estado limite último de encurvadura mas sim uma análise dos efeitos de segunda ordem. Neste trabalho a encurvadura não será realizada de acordo com a Norma.

Pode-se considerar uma estrutura como sendo de nós fixos caso se verifique a seguinte condição.

$$h_{tot} \times \sqrt{\frac{\sum N}{\sum EI}} \leq \eta \quad 5.14$$

$$\eta = 0,2 + 0,1 \times n \quad 5.15$$

$h_{tot}$  - Altura total da estrutura acima das fundações

$\sum EI$  - Soma dos fatores de rigidez de flexão

$\sum N$  - Soma dos esforços normais ao nível da fundação

#### Bloco 1

O bloco 1 tem três andares e apresenta os seguintes valores.

htot	11,2 m
N	24710,99 kN
E	31000 MPa
I <sub>yy</sub>	0,89 m <sup>4</sup>
I <sub>xx</sub>	15,04 m <sup>4</sup>

Quadro 19 - Valores do bloco 1

$$\eta = 0,2 + 0,1 \times 3 = 0,5 \quad 5.16$$

Na direção Y

$$h_{tot} \times \sqrt{\frac{\sum N}{\sum EI}} = 0,34 < 0,5 \rightarrow \text{Nós fixos} \quad 5.17$$

Na direção X

$$h_{tot} \times \sqrt{\frac{\sum N}{\sum EI}} = 0,08 < 0,5 \rightarrow \text{Nós fixos} \quad 5.18$$

## Bloco 2

O bloco 2 tem dois andares e apresenta os seguintes valores.

htot	9,05 m
N	42612,59 kN
E	31000 MPa
I <sub>yy</sub>	14,36 m <sup>4</sup>
I <sub>xx</sub>	0,79 m <sup>4</sup>

Quadro 20 - Valores do bloco 2

$$\eta = 0,2 + 0,1 \times 2 = 0,4 \quad 5.19$$

Na direção Y

$$h_{tot} \times \sqrt{\frac{\sum N}{\sum EI}} = 0,09 < 0,4 \rightarrow \text{Nós fixos} \quad 5.20$$

Na direção X

$$h_{tot} \times \sqrt{\frac{\sum N}{\sum EI}} = 0,38 < 0,4 \rightarrow \text{Nós fixos} \quad 5.21$$

O coeficiente de esbelteza é dado pela seguinte fórmula

$$\lambda = \frac{l_0}{i} \quad 5.22$$

$\lambda$  - Coeficiente de esbelteza

$i$  - Raio de giração mínimo

$l_0$  - Comprimento efetivo do elemento

Como a estrutura é de nós fixos pode-se considerar que o comprimento efetivo dos pilares é igual ao comprimento real.

Para verificar a segurança dos pilares, o momento fletor atuante deve ser acrescido de acordo com a seguinte equação.

$$M'_{Sd,y} = M_{Sd,y} + N_{sd} \times (e_{a,y} + e_{2,y} + e_{c,y}) \quad 5.23$$

$$M'_{Sd,z} = M_{Sd,z} + N_{sd} \times (e_{a,z} + e_{2,z} + e_{c,z}) \quad 5.24$$

$M'_{Sd,i}$  - Momento fletor agravado na direção i

$M_{Sd,i}$  - Momento fletor atuante na direção i

$N_{sd}$  - Esforço normal atuante

$e_{a,i}$  - Excentricidade acidental na direção i

$e_{2,i}$  - Excentricidade de 2ª ordem na direção i

$e_{c,y}$  - Excentricidade de fluência na direção i

Neste trabalho a excentricidade de fluência foi considerada como sendo igual a zero.

Esta verificação pode ser dispensada em casos que se verifiquem uma das seguintes condições.

$$\begin{cases} \frac{M_{Sd}}{N_{Sd}} \geq 3,5 \times h & \text{Para } \lambda \leq 70 \\ \frac{M_{Sd}}{N_{Sd}} \geq 3,5 \times h \times \frac{\lambda}{70} & \text{Para } \lambda > 70 \end{cases} \quad 5.25$$

$$\lambda \leq 50 - 15 \times \frac{M_{Sd,b}}{M_{Sd,a}} \quad \text{com } |M_{Sd,a}| \geq |M_{Sd,b}| \quad 5.26$$

$h$  - Altura da seção

$M_{Sd,a}$  e  $M_{Sd,b}$  – Valor dos momentos atuantes nas extremidades do pilar

A excentricidade acidental pode ser calculada de acordo com a seguinte equação

$$e_{a,i} = \frac{l_0}{300} \geq 2 \text{ cm} \quad 5.27$$

E a excentricidade de segunda ordem de acordo com a seguinte equação



$$e_{2,i} = \frac{1}{r} \times \frac{l_0^2}{10} \quad 5.28$$

$\frac{1}{r}$  – Curvatura do pilar na seção crítica

O valor da curvatura do pilar pode ser determinado com as seguintes equações

$$\frac{1}{r} = \frac{5}{h} \times 10^{-3} \times \eta \quad 5.29$$

$$\eta = \frac{0,4 \times f_{cd} \times A_c}{N_{sd}} \quad 5.30$$

#### 5.4. Dimensionamento das Sapatas

Com base na sondagem realizada ao terreno de fundação, foi estipulado que as sapatas deveriam ser realizadas a uma profundidade de 1,5 metros, do andar -1 do edifício, com a exceção das sapatas dos pilares do rés-do-chão do bloco 1, que serão construídas a dois metros como demonstrado na seguinte figura.

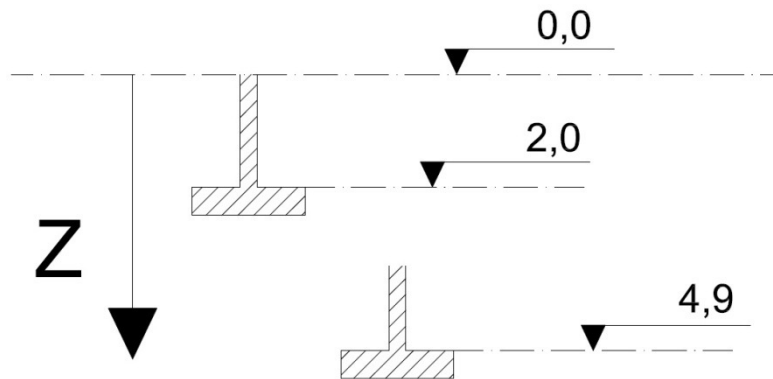


Figura 52 - Disposição das sapatas

O valor “0” apresentado na figura, refere-se a laje do rés-do-chão.

Considerando os valores da tabela do ponto 1.7 deste trabalho, pode-se criar uma estimativa para as diferentes profundidades, como é evidenciado neste gráfico.

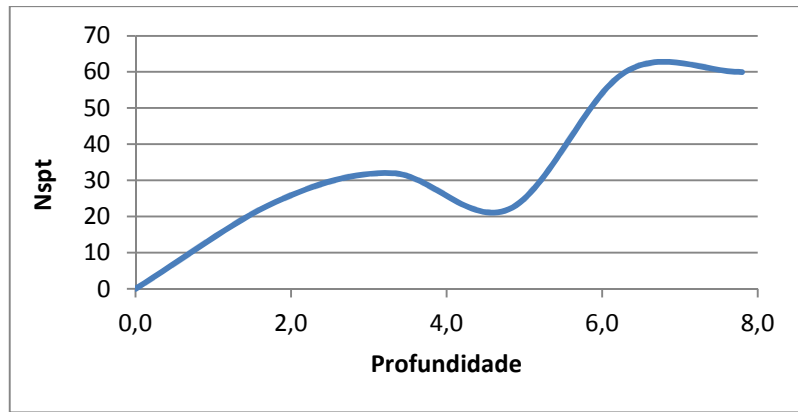


Figura 53 - Gráfico que relaciona o Nspt com a profundidade

Para a profundidade de 2,0 metros considerou-se 25 pancadas e para 4,9 metros 24 pancadas.

Utilizou-se o seguinte gráfico de *Peck, Hanson e Thornburn* para relacionar o Nspt com a tensão admissível.

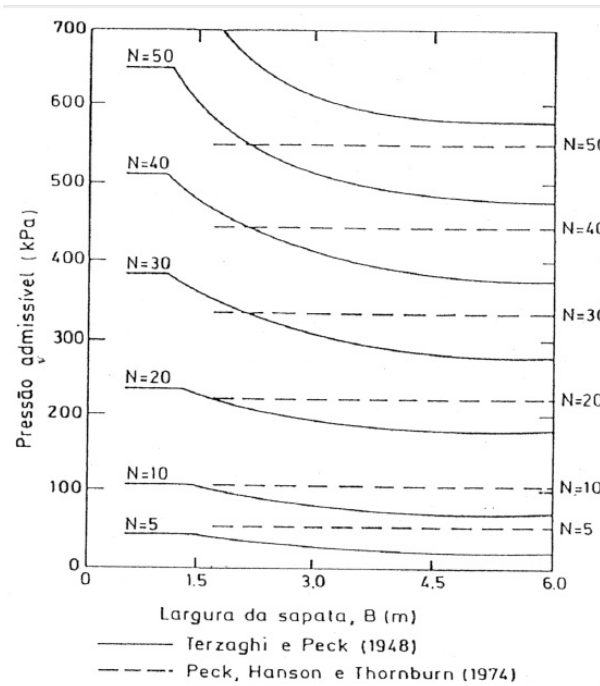


Figura 54 - Gráfico com a relação entre a tensão admissível e o ensaio SPT

Como tal foram considerados duas tensões de referência.

$$\sigma_{adm,1} = 280.0 \text{ kPa} \quad 5.31$$

$\sigma_{adm,1}$  - Tensão admissível do solo para uma profundidade de 2,0 metros

$$\sigma_{adm,2} = 240 \text{ kPa} \quad 5.32$$

$\sigma_{adm,2}$  - Tensão admissível do solo para uma profundidade de 4,9 metros

O dimensionamento é realizado para o estado limite de serviço com uma combinação de ações característica. Foram admitidas dimensões para as sapatas e a respectiva tensão de referência, este processo foi realizado com o apoio do programa de cálculo Microsoft Excel o que permitiu o ajuste imediato das dimensões de modo a que se cumpra a seguinte equação. (A tensão de referência foi considerada igual à tensão a três quartos)

$$\sigma_{3/4} \leq \sigma_{adm} \quad 5.33$$

O cálculo do diagrama de tensões produzida pelas ações da sapata vai nos permitir obter a tensão de três quartos.

Para tal foi admitido o seguinte esquema retirado dos apontamentos da disciplina “Estruturas de Betão” dos Engenheiros Carlos Félix e José Filinto.

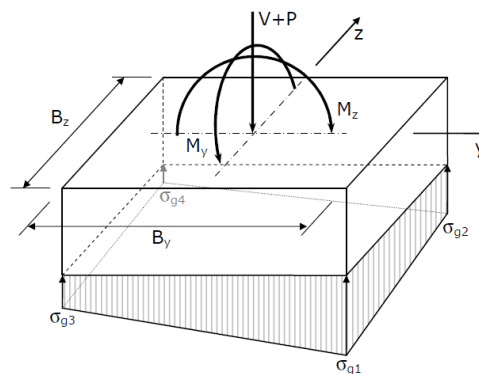


Figura 55 - Esquema de eixos e ações nas sapatas

$V_{E,k}$  - Ação vertical na sapata

$P$  - Peso da sapata

$M_y$  - Momento segundo o eixo y

$M_z$  - Momento segundo o eixo z

$B_y$  - Dimensão da sapata segundo o eixo y

$B_z$  - Dimensão da sapata segundo o eixo z

$\sigma_{gai}$  - Tensão resultante no vértice i

As tensões apresentadas na figura 33 podem não se encontrar de acordo com o esquema pois dependem do diagrama de tensões que por sua vez depende dos momentos fletores.

Para garantir a condição de rigidez da sapata foi estipulado que a altura de referência da sapata deveria estar de acordo com as seguintes equações.

$$d_1 = \frac{B_y - b_{0y}}{4} \quad 5.34$$

$$d_2 = \frac{B_z - b_{0z}}{4} \quad 5.35$$

$$d \geq d_1 \quad e \quad d \geq d_2 \quad 5.36$$

$d$  - Altura útil da sapata

$d_1$  - Altura útil necessária para garantir a condição de rigidez

$d_2$  - Altura útil necessária para garantir a condição de rigidez

$b_{0y}$  - Dimensão do pilar segundo y

$b_{0z}$  - Dimensão do pilar segundo z

As excentricidades da ação vertical são dadas pelas seguintes equações.

$$e_y = \frac{M_{k,z}}{P + V} \quad 5.37$$

$e_y$  - Excentricidade segundo y

$M_{k,z}$  - Momento característico em torno do eixo z

$$e_z = \frac{M_{k,y}}{P + V_{E,k}} \quad 5.38$$

$e_z$  - Excentricidade segundo z

$M_{k,y}$  - Momento característico em torno do eixo y

Para utilizar o modelo de cálculo estipulado garantiu-se que a resultante se encontra dentro do núcleo central através das seguintes equações.

$$\eta_y + \eta_z \leq 0,167 \quad 5.39$$

$$\eta_y = \frac{e_y}{B_y} \quad 5.40$$

$$\eta_z = \frac{e_z}{B_z} \quad 5.41$$

As tensões dos vértices são numeradas de 1 a 4, sendo  $\sigma_{gd1}$  a maior tensão e  $\sigma_{gd4}$  a menor. A condição anterior garante a existência destas quatro tensões e os valores são dados pela seguinte equação.

$$\sigma_{gdi} = \frac{V_{E,k} + P}{B_y + B_z} \times (1 \pm 6 \times \eta_y \pm 6 \times \eta_z) \quad 5.42$$

Por fim a tensão a três quartos será dada pela seguinte equação.

$$\sigma_{3/4} = \frac{9 \times \sigma_{gd1} + 3 \times \sigma_{gd2} + 3 \times \sigma_{gd3} + \sigma_{gd4}}{16} \quad 5.43$$

## 5.5. Dimensionamento dos casos Especiais

### 5.5.1. Pilares de secção variável

Como referido anteriormente os pilares vão ser dimensionados de acordo com o capítulo 4.2 e o capítulo 5.4 deste capítulo.

### 5.5.2. Casos de vigas especiais

Como já referido anteriormente existem casos especiais em que os elementos foram modelados como painéis de casca, nomeadamente as vigas dos casos VA e VB. Estes painéis apresentam momentos fletores que foram definidos através de um binário de forças como o representado na seguinte figura

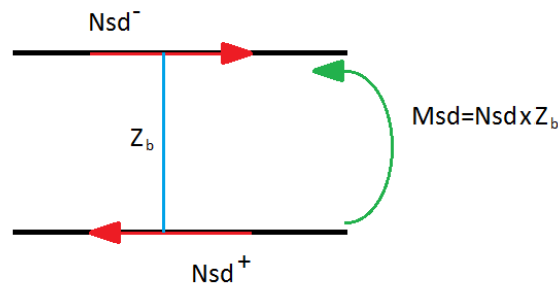


Figura 56 - Esquema do binário de forças na viga

Os seguintes quadros apresentam os valores considerados para o dimensionamento.

Secção	Painel	L [m]	b [m]	h [m]	d [m]	Vsd [kN]	Msd [kN.m]	Msd- [kN.m]
VA-1	473	23,25	0,30	2,50	2,44	773,35	1066,26	1798,52
VA-2	474	21,38	0,30	2,50	2,44	569,96	2892,34	589,31
VA-3	479	8,00	0,30	2,50	2,44	416,32	-	799,29
VA-4	478	12,78	0,30	2,50	2,44	864,83	-	2961,40
VB-1	508	23,25	0,30	2,50	2,44	713,88	1038,10	1455,60
VB-2	509	17,34	0,30	2,50	2,44	473,68	-	1502,40

Quadro 21 - Ações dos painéis-viga no bloco 1

Secção	Painel	L [m]	b [m]	h [m]	d [m]	Vsd [kN]	Msd+ [kN.m]	Msd- [kN.m]
VB1-1	1112	13,45	0,30	2,50	2,44	418,38	246,79	709,00
VB1-2	1113	6,00	0,30	2,50	2,44	315,73	-	878,41
VB2-1	1116	15,55	0,30	2,50	2,44	410,52	351,77	821,72
VB2-2	1115	6,00	0,30	2,50	2,44	374,16	-	1052,96

Quadro 22 - Ações dos painéis-viga no bloco 2

Com estes valores procedeu-se o cálculo do momento fletor reduzido, embora o principal fator decisivo neste dimensionamento foram as elevadas deformações provocadas na estrutura devido aos vãos das vigas.

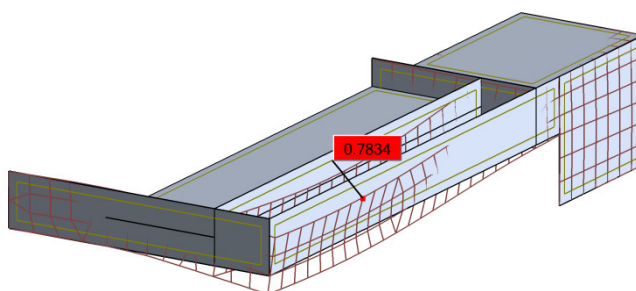


Figura 57 - Deformações do caso VA

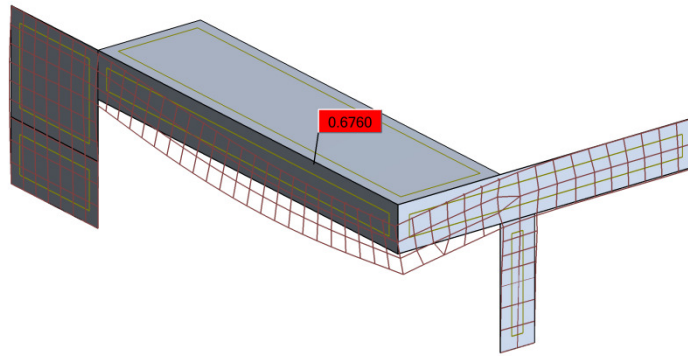


Figura 58 - Deformações do caso VB

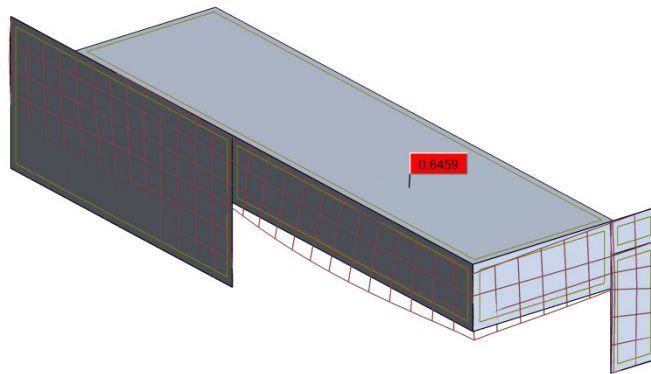


Figura 59 - Deformações do caso VB1

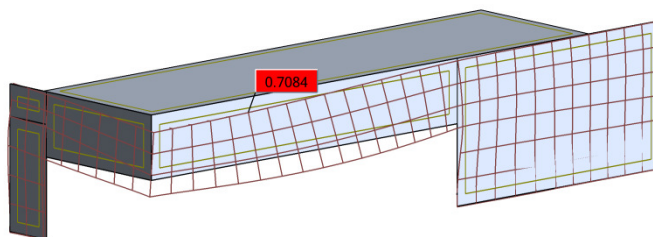


Figura 60 - Deformações do caso VB2

## 6. CÁLCULO DE ARMADURAS

Este capítulo visa apresentar o cálculo efetuado no dimensionamento de armaduras.

### 6.1. Cálculo das Armaduras das Lajes e Vigas

Este capítulo apresenta o método de cálculo das armaduras das lajes e vigas para o estado limite último.

Tal como no dimensionamento as lajes foram consideradas como sendo equivalentes a vigas de um metro de largura.

Para o dimensionamento das armaduras foi admitido que as tensões no betão armado estariam de acordo com o capítulo 3.1.7 da NP EN 1992-1, ou seja, considerou-se um diagrama retangular de tensões como demonstrado na imagem seguinte.

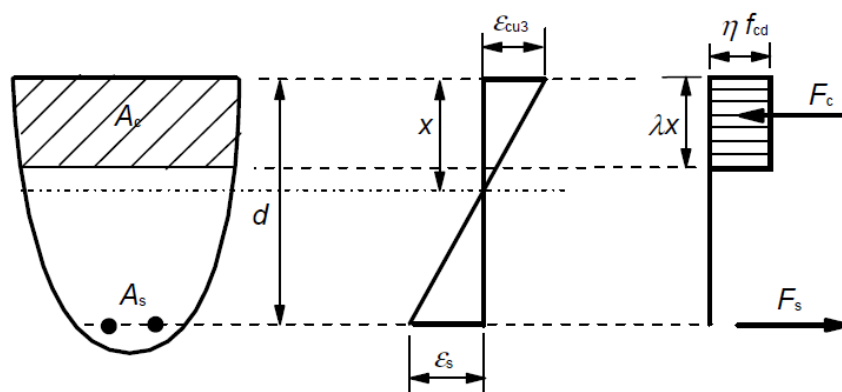


Figura 61 - Distribuição retangular de tensões

$A_c$  - Área da secção transversal<sup>2</sup>

$A_s$  - Área de aço;

$F_c$  - Ação de compressão no betão;

$F_s$  - Ação de tração no aço;

$d$  - altura útil do elemento

Para um  $f_{ck} < 50 \text{ MPa}$  como é o caso, admite-se os seguintes valores  $\eta = 1$  e  $\lambda = 0,8$ .

<sup>2</sup> Neste caso “Ac” é considerado como sendo a área de betão comprimido.



### 6.1.1. Armadura longitudinal

O diagrama de tensões estipulado permite-nos relacionar o momento fletor reduzido e a percentagem mecânica de armadura e por associação as ações resistentes com a armadura necessária. Como tal foi estipulado a seguinte relação

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2 \times \mu} \quad 6.1$$

Sendo o momento reduzido dado pela seguinte equação.

$$\mu = \frac{M_{rd}}{b_t \times d^2 \times f_{cd}} \quad 6.2$$

E a percentagem mecânica de armadura pela seguinte equação.

$$\omega = \frac{A_{s,l} \times f_{yd}}{b_t \times d \times f_{cd}} \quad 6.3$$

$\mu$  - Momento fletor reduzido

$\omega$  - Percentagem mecânica de armadura

$M_{rd}$  - Valor do momento fletor resistente

$f_{cd}$  - Valor de cálculo da tensão de rotura do betão à compressão;

$f_{yd}$  - Valor de cálculo da tensão de cedência à tração do aço das armaduras para betão

$A_{s,l}$  - Armadura longitudinal

$b_t$  - Largura da secção de betão tracionado

A ação atuante em estado limite último tem de ser menor ou igual à ação resistente correspondente, como tal considera-se que o valor do momento fletor resistente na equação 6.1 corresponde ao momento fletor atuante.

Como nas lajes a armadura calculada encontra-se por metro de desenvolvimento, para garantir o controlo de fendilhação foi definido que o espaçamento entre varões deve estar de acordo com a seguinte equação.

$$s \leq \min\{1,5 \times h; 0,35 \text{ m}\} \quad 6.4$$

No caso das vigas foi considerado um mínimo de 2 cm de afastamento entre os varões.

$$d_s \geq d_{s,min} = 2 \text{ cm} \quad 6.5$$

$d_s$  - Distância entre os varões das vigas

$d_{s,min}$  - Distância mínima entre os varões das vigas

- Vigas de momentos elevados

Certas vigas do bloco 2 têm momentos bastantes elevados e como tal foi decidido ter dois níveis de armadura para um dado momento. Como tal a metodologia de cálculo vai ser a representada na figura a seguir.

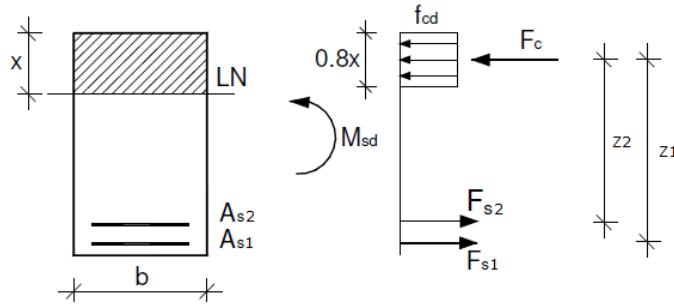


Figura 62 - Esquema de dois níveis de armadura

E para o cálculo vai ser utilizado o seguinte equilíbrio de forças

$$Fc = Fs1 + Fs2 \quad 6.6$$

Com as parcelas a serem obtidas a partir das seguintes equações.

$$Fc = 16700 \times 0,8 \times x \times b \quad 6.7$$

$$Fsi = Asi \times 435000 \quad 6.8$$

E após determinar o valor de x procede-se ao seguinte equilíbrio de momentos

$$Mrd = Fs1 \times z1 + Fs2 \times z2 \quad 6.9$$

A distância entre os eixos das duas armaduras é de 10 cm.

### 6.1.2. Armadura de apoio

A armadura de apoio nas vigas deve ter um comprimento superior a 20 % do vão e uma área superior a 15 % da área armadura longitudinal para os momentos positivos e deve respeitar a armadura mínima.

O seu comprimento de amarração e colocação deve estar de acordo a figura seguinte

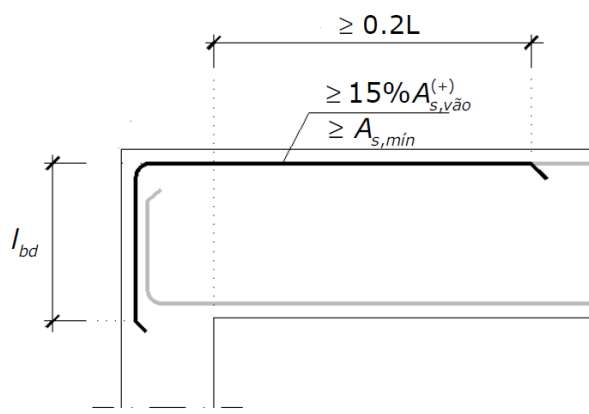


Figura 63 - Esquema da armadura de apoio

Nas lajes não foi necessário a utilização de armaduras de apoio porque foram contabilizados todos os momentos negativos.

### 6.1.3. Armaduras específicas às lajes

- Armadura de distribuição

De modo a que as armaduras das lajes formem uma malha quadrada nas zonas com armaduras longitudinais apenas numa direção, deve-se acrescentar uma armadura de distribuição com uma área correspondente a 20% das armaduras que complementam. As armaduras de distribuição são colocadas transversalmente e sob ou sobre as armaduras longitudinais de modo a que se encontrem no interior do elemento como é demonstrado na seguinte figura.

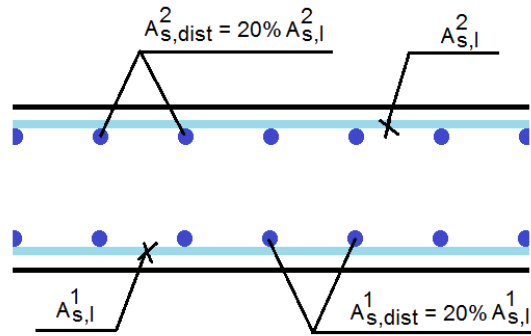


Figura 64 - Esquema da armadura de distribuição

- **Armadura de canto**

As lajes armadas em duas direções precisam em certas instâncias de um reforço de armaduras nos cantos, nomeadamente nas seguintes situações.

- Apoio em viga (com bordo livre) – Apoio encastrado (exista continuidade);
- Ambos os apoios em viga (com bordo livre).

As armaduras de canto são colocadas numa área correspondente a 30 % ao lado maior da laje de acordo com a seguinte figura.

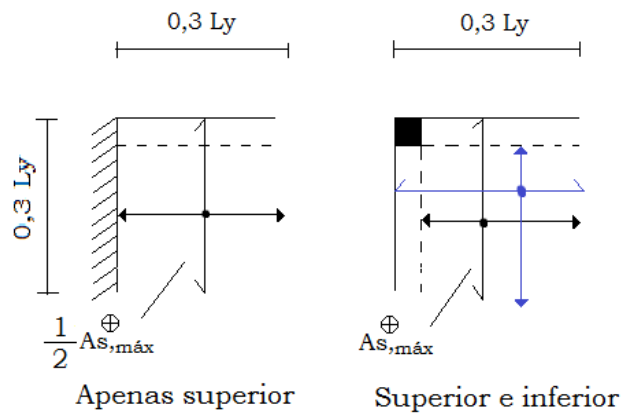


Figura 65 - Esquema das armaduras de canto

$L_y$  – Menor vão da laje

$A_{s,max}^+$  - Maior armadura positiva

#### 6.1.4. Armadura máxima e mínima

A armadura dos elementos deve ser maior ou igual a armadura mínima estipulada no ponto 9.2.1.1 da NP EN 1992.

$$A_{s,min} = 0,26 \times \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \times b_t \times d \geq 0,0013 \times b_t \times d \quad 6.10$$

A armadura dos elementos deve ser menor ou igual a armadura máxima estipulada no ponto 9.2.1.1 da NP EN 1992.

$$A_{s,max} = 0,04 \times A_c \quad 6.11$$

$A_{s,min}$  - Área da armadura mínima de aço

$A_{s,max}$  - Área da armadura máxima de aço

$A_c$  - Área de betão

$f_{ctm}$  - Valor médio da resistência à tração do betão

$f_{yk}$  - Valor característico da tensão de cedência do aço

#### 6.1.5. Armadura transversal

De acordo com o ponto 6.2.2 da NP EN 1992 não é necessário utilizar armaduras de esforço transversal caso se verifique o estipulado na seguinte equação.

$$V_{Ed} \leq V_{rd,c} \quad 6.12$$

$V_{rd,c}$  - Esforço transversal resistente do elemento sem armadura de esforço transversal

$V_{Ed}$  - Valor de cálculo do esforço transversal

O valor do esforço transversal resistente foi calculado de acordo com as seguintes equações que foram simplificadas de acordo com o estipulado na norma.

$$V_{rd,c} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,12 \times k \times (100 \times \rho_l \times f_{ck})^{1/3} \times b_t \times d \\ v_{min} \times b_t \times d \end{array} \right. \quad 6.13$$

$$v_{min} = 0,035 \times k^{3/2} \times f_{ck}^{1/2} \quad 6.14$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0 \quad 6.15$$

$$\rho_l = \frac{A_{s,l}}{b_t \times d} \leq 0,02 \quad 6.16$$

Caso seja necessário a utilização de armaduras de esforço transversal o ponto 6.2.3 da norma apresenta a seguinte metodologia considerando um modelo treliça com a seguinte limitação no ângulo da escora comprimida.

$$1 \leq \cot \theta \leq 2,5 \quad 6.17$$

$\theta$  - Ângulo da escora comprimida no modelo considerado.

Como os estribos a utilizar são verticais, o valor de cálculo do esforço transversal resistente, será o menor valor das seguintes equações.

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{s,w}}{s} \times z \times f_{ywd} \times \cot \theta \quad 6.18$$

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \times b_w \times z \times v_1 \times f_{cd}}{\cot \theta + \tan \theta} \quad 6.19$$

$$z = 0,9 \times d \quad 6.20$$

$A_{s,w}$  - Área da seção transversal das armaduras de esforço transversal

$s$  - Espaçamento longitudinal dos estribos

$f_{ywd}$  - Valor de cálculo da tensão de cedência da armadura de esforço transversal

$\alpha_{cw}$  - Coeficiente que tem em conta o estado de tensão

$b_w$  - Menor largura da seção tracionada

Como se utiliza o mesmo tipo de aço para todas as armaduras e o mesmo tipo de betão para todos os elementos.

$$v_1 = v = 0,6 \times \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,54 \quad 6.21$$

O espaçamento máximo transversal condiciona o número de estribos e é dado pela seguinte equação.

$$s_{t,max} = 0,75 \times d \leq 600 \text{ mm} \quad 6.22$$

O espaçamento longitudinal de estribos verticais não pode exceder o estipulado na seguinte equação.

$$s_{l,max} = 0,75 \times d \quad 6.23$$

### 6.1.6. Dispensa de armaduras

Para as lajes a dispensa da armadura na face inferior deverá ser no máximo 50 % da armadura longitudinal, de acordo com a seguinte figura. Esta armadura deve respeitar a armadura mínima correspondente.

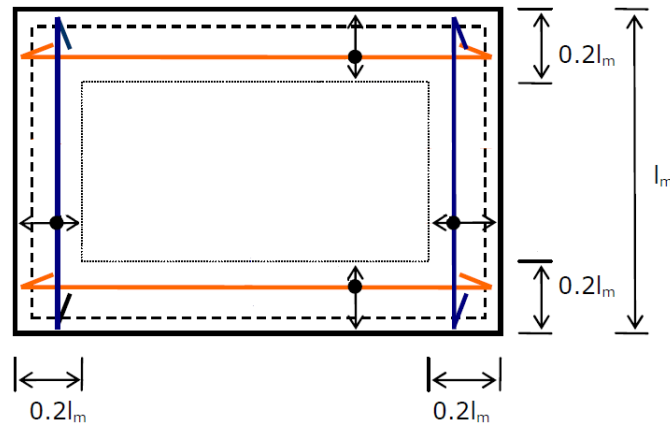


Figura 66 - Dispensa de armadura na face inferior da laje

Na face superior a armadura estende-se até 0,3 Lm.

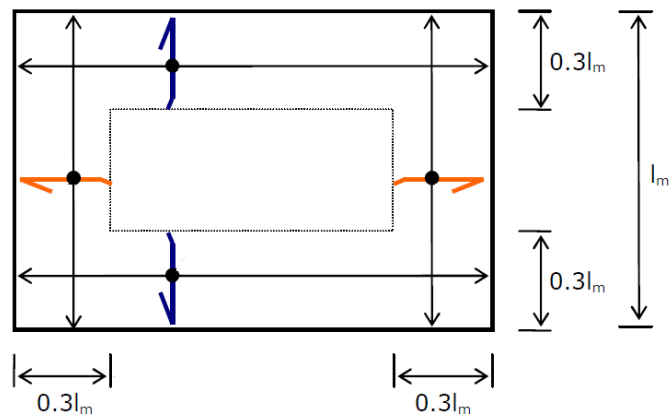


Figura 67 - Armadura na face superior

Para as vigas a dispensa será de acordo com os diagramas de esforços.

## 6.2. Cálculo das Armaduras dos Pilares

Este capítulo apresenta o método de cálculo das armaduras dos pilares para o estado limite último.

### 6.2.1. Armadura longitudinal

Tal como nas vigas a armadura longitudinal pode ser dada pela relação entre o momento fletor reduzido e a percentagem mecânica de armadura, mas com a adição da componente axial. Para este efeito foi utilizado o livro *“Design Tables and Abacuses”* da professora Helena Barros e do Professor Joaquim Figueiras que apresenta vários abacos relacionando as seguintes expressões.

$$\mu = \frac{M_{rd}}{b_t \times d^2 \times f_{cd}} \quad 6.24$$

$$v = \frac{N_{rd}}{b_t \times d \times f_{cd}} \quad 6.25$$

$$\omega = \frac{A_{s,l} \times f_{yd}}{b_t \times d \times f_{cd}} \quad 6.26$$

$\mu$  - Momento fletor reduzido

$v$  - Força axial reduzida

$\omega$  - Percentagem mecânica de armadura

$M_{rd}$  - Momento fletor resistente

$N_{rd}$  - Força axial resistente

$f_{cd}$  - Valor de cálculo da tensão de rotura do betão à compressão;

$f_{yd}$  - Valor de cálculo da tensão de cedência à tração do aço das armaduras para betão

$A_{s,l}$  - Armadura longitudinal

$b_t$  - Largura da secção de betão tracionado

$d$  - Altura útil da secção transversal

Foi considerado que todos os pilares tinham uma flexão desviada e como tal dois momentos flectores reduzidos.



### 6.2.2. Armadura máxima e mínima

A armadura dos elementos deve ser maior ou igual a armadura mínima estipulada no ponto 9.5.2 da NP EN 1992.

$$A_{s,min} = 0,10 \times \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} \geq 0,002 \times A_c \quad 6.27$$

A armadura dos elementos deve ser menor ou igual a armadura máxima estipulada no ponto 9.5.2 da NP EN 1992.

$$A_{s,max} = 0,04 \times A_c \quad 6.28$$

$A_{s,min}$  - Área da armadura mínima de aço

$A_{s,max}$  - Área da armadura máxima de aço

$A_c$  - Área da secção transversal do pilar

$N_{Ed}$  - Valor de cálculo do esforço normal de compressão

$f_{yd}$  - Valor de cálculo da tensão de cedência do aço

### 6.2.3. Armadura transversal

As armaduras transversais ou armaduras de cintagem estão definidas no ponto 9.5.3 da NP EN 1992 que define o diâmetro mínimo das armaduras transversais de acordo com as seguintes condições.

$$\phi_{min} \geq \begin{cases} 6 \text{ mm} \\ 1/4 \times \phi_{l,max} \end{cases} \quad 6.29$$

$\phi_{min}$  - Diâmetro mínimo das armaduras transversais

$\phi_{l,max}$  - Diâmetro longitudinal máximo

O mesmo ponto diz-nos que o espaçamento longitudinal das armaduras transversais não deve exceder os seguintes valores para a zona do pilar próxima das lajes e vigas, esta zona corresponde a uma distância superior a maior dimensão do pilar de vigas ou lajes.

O anexo nacional retifica para os seguintes valores

$$S_{cl,t1max} \leq \begin{cases} 15 \times \phi_{l,min} \\ 300 \text{ mm} \\ a \text{ menor dimensão do pilar} \end{cases} \quad 6.30$$

Nas restantes zonas o espaçamento deve cumprir os seguintes requisitos

$$S_{cl,t2max} \leq \begin{cases} 9 \times \phi_{l,min} \\ 180 \text{ mm} \\ 60\% \text{ da menor dimensão do pilar} \end{cases} \quad 6.31$$

$S_{cl,tmax}$  – Espaçamento máximo das armaduras transversais

$\phi_{l,min}$  – Diâmetro da menor armadura longitudinal

Os varões longitudinais são considerados cintados se a distância entre eles for superior a 15 cm e se os varões de cintagem envolverem os varões longitudinais 135°.

A seguinte figura mostra dois exemplos um em que a distância entre varões longitudinais “a” é inferior 15 e outra onde é superior.

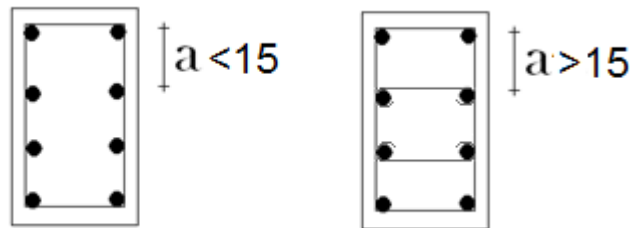


Figura 68 - Secção de um pilar com e sem cintas extra

### 6.3. Cálculo das Armaduras das Paredes

Este capítulo apresenta o método de cálculo das armaduras das paredes para o estado limite último.

#### 6.3.1. Armadura vertical

A armadura vertical Será calculada de acordo com o dimensionamento dos pilares com a exceção de apenas existir um momento fletor reduzido.

### 6.3.2. Armadura horizontal

O diâmetro a utilizar nas armaduras horizontais deve respeitar a seguinte condição

$$\phi_h \geq \begin{cases} 6 \text{ mm} \\ \frac{1}{4} \times \phi_{vmax} \end{cases} \quad 6.32$$

$\phi_h$  - Diâmetro dos varões horizontais

$\phi_{vmax}$  - Diâmetro do maior varão vertical

### 6.3.3. Armadura máxima e mínima

A armadura vertical (longitudinal) dos elementos deve ser maior ou igual a armadura mínima estipulada no ponto 9.6.2 da NP EN 1992.

$$A_{s,vmin} = 0,002 \times A_c \quad 6.33$$

A armadura dos elementos deve ser menor ou igual a armadura máxima estipulada no ponto 9.6.2 da NP EN 1992.

$$A_{s,vmax} = 0,04 \times A_c \quad 6.34$$

A armadura horizontal deve ser maior que as seguintes equações.

$$A_{s,hmin} \geq \begin{cases} 0,25 \times A_{s,v} \\ 0,001 \times A_c \end{cases} \quad 6.35$$

$A_{s,vmin}$  - Área da armadura vertical mínima de aço

$A_{s,vmax}$  - Área da armadura vertical máxima de aço

$A_{s,hmin}$  - Área da armadura horizontal mínima de aço

$A_{s,v}$  - Área da armadura vertical de aço

$A_c$  - Área da secção transversal do pilar

### 6.3.4. Armadura transversal

A armadura transversal das paredes segue as regras dispostas no capítulo referente a armadura transversal dos pilares, com a alteração da zona de reforço de armaduras junto as vigas e lajes, passando esta a ser de quatro vezes a espessura.

## 6.4. Cálculo das Armaduras das Sapatas

Este capítulo apresenta o método de cálculo das armaduras sapatas para o estado limite último.

### 6.4.1. Armadura longitudinal

As armaduras longitudinais foram dimensionadas de acordo com o método das consolas, em que se considera que as abas da sapata funcionam como sendo uma consola cujo comprimento é igual ao comprimento da aba mais 15% da dimensão do pilar como demonstrado na seguinte figura.

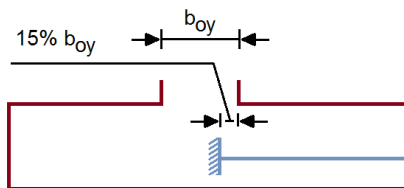


Figura 69 - Esquema do método das consolas

O dimensionamento das armaduras procede-se utilizando o exposto no capítulo 6.1 deste documento e considera-se que a carga da consola é equivalente a tensão e referência.

### 6.4.1. Armadura máxima e mínima

A armadura máxima e mínima corresponde ao estipulado no ponto 6.1 deste documento

### 6.4.2. Armadura de punção

Segundo o capítulo 6.2 da NP EN 1992 o cálculo do punçoamento em sapatas é semelhante ao das lajes, como tal foi considerado que a armadura de punçoamento é dispensada se verificar-se as seguintes condições.

A primeira condição implica o representado na seguinte equação.

$$v_{Ed,pilar} \leq v_{rd,max} \quad 6.36$$

$v_{Ed,pilar}$  - Tensão de punçoamento na base do pilar

$v_{rd,max}$  - Tensão de cálculo máxima resistente ao punçoamento

A tensão de cálculo máxima resulta da seguinte equação.

$$v_{rd,max} = 0,5 \times v \times f_{cd} \quad 6.37$$

E de acordo com a equação 6.29 o valor de cálculo da máxima tensão resistente ao punçoamento corresponde sempre ao valor de 4509,00 kPa.

$$v_{rd,max} = 4509,00 \text{ kPa} \quad 6.38$$

A tensão de punçoamento na base do pilar é dada pela seguinte equação.

$$v_{Ed,pilar} = \frac{\beta \times V_{Ed,red}}{u_0 \times d} \quad 6.39$$

$V_{Ed,red}$  - Ação vertical reduzida

$u_0$  - Perímetro do pilar

$d$  - Altura útil da sapata

$\beta$  - Coeficiente que tem em conta as excentricidades

$$V_{Ed,red} = V_{Ed} - \Delta V_{Ed} \quad 6.40$$

$$\Delta V_{Ed} = \sigma_{med} \times A_{cont} \quad 6.41$$

$V_{Ed}$  - Ação vertical na base do pilar

$\sigma_{med}$  - Tensão média

$A_{cont}$  - Área de controlo (neste caso área do pilar)

$$\beta = 1 + 1,8 \times \sqrt{\left(\frac{e_y}{b_z}\right)^2 + \left(\frac{e_z}{b_y}\right)^2} \quad 6.42$$

$b_z$  -  $b_y$  - Dimensões do perímetro de controlo como demonstrado na figura seguinte

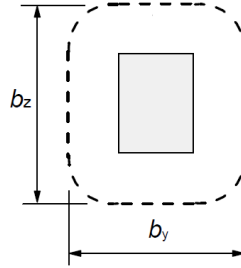


Figura 70 - Esquema do perímetro de controlo

A segunda condição implica uma análise de vários perímetros a uma distância inferior ao dobro de “d”, esta distância é medida da face do pilar. Neste trabalho foram considerados dois perímetros, um a 50% e outro a 80 % do comprimento da menor aba da sapata a dimensionar.

A distância a 50% foi designada por  $a_1$  e a de 80% por  $a_2$  e referem-se ao perímetro 1 e dois respetivamente.

A seguinte equação demonstra a segunda condição para a dispensa de punçoamento.

$$v_{Ed} \leq v_{rd} \quad 6.43$$

$v_{Ed}$  - Tensão de punçoamento do respetivo perímetro

$v_{rd}$  - Tensão máxima resistente ao punçoamento (sem armadura de punçoamento)

$$v_{rd} = \max \left\{ \begin{matrix} v_{rd,c} \\ v_{rd,min} \end{matrix} \right. \quad 6.44$$

O valor de cálculo da tensão resistente ao punçoamento está de acordo com as equações do capítulo 6.1 deste documento com as seguintes exceções.

$$v_{rd,c} = 0,12 \times k \times (100 \times \rho_l \times f_{ck})^{1/3} \times \frac{2 \times d}{a} \quad 6.45$$

$$v_{rd,min} = 0,035 \times k^{3/2} \times f_{ck}^{1/2} \times \frac{2 \times d}{a} \quad 6.46$$

A Tensão de punçoamento de cada perímetro é dada por

$$v_{Ed} = \frac{\beta \times V_{Ed,red}}{u_i \times d} \quad 6.47$$

$V_{Ed,red}$  - Ação vertical reduzida

$u_i$  - Perímetro a distância  $i$  do pilar

$d$  - Altura útil da sapata

$\beta$  - Coeficiente que tem em conta as excentricidades

A ação vertical reduzida é calculada de acordo com a equação 6.40

O coeficiente  $\beta$  é calculado de acordo com a equação 6.42

### 6.4.3. Armadura transversal

A NP EN 1992 dispensa a verificação ao corte a uma distância inferior a “ $d$ ”, como tal a verificação ao corte vai ser verificada numa zona situada à distância “ $d$ ” da face do pilar.

A zona paralela ao eixo  $y$  vai ser designada como zona I e a zona paralela ao eixo  $z$  vai ser designada como zona II.

A seguinte figura demonstra a localização das zonas.

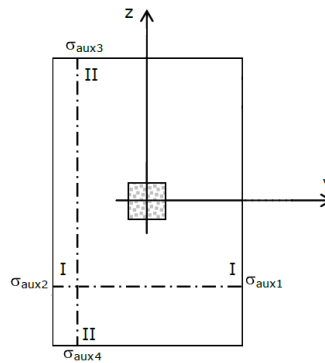


Figura 71 - Planos de corte

O esforço transversal vai calculado para a respetiva zona através das seguintes equações.

$$V_{Ed,I} = \frac{\sigma_{aux1} + \sigma_{aux2} + \sigma_{gd1} + \sigma_{gd2}}{4} \times \left( \frac{B_z - b_{0z}}{2} - d \right) \times B_y \quad 6.48$$

$$V_{Ed,II} = \frac{\sigma_{aux3} + \sigma_{aux4} + \sigma_{gd3} + \sigma_{gd4}}{4} \times \left( \frac{B_y - b_{0y}}{2} - d \right) \times B_z \quad 6.49$$

$V_{Ed,I}$  - Esforço transverso na zona I

$V_{Ed,II}$  - Esforço transverso na zona II

$\sigma_{auxi}$  - Tensão no vértice “i” do plano de corte

As tensões  $\sigma_{gd}$  representadas nas equações 6.48 e 6.49 podem ser invertidas, dependendo do diagrama de tensões como explicado no capítulo 5.5

O esforço transverso resistente da sapata sem armadura de esforço transverso é igual a estipulado no capítulo 6.1 deste documento com as exceções estipuladas nas seguintes equações.

$$V_{Rd,c,I} = \max \left\{ 0,12 \times k \times (100 \times \rho_l \times f_{ck})^{1/3} \times B_z \times d \right. \\ \left. v_{min} \times B_z \times d \right. \quad 6.50$$

$$V_{Rd,c,II} = \max \left\{ 0,12 \times k \times (100 \times \rho_l \times f_{ck})^{1/3} \times B_y \times d \right. \\ \left. v_{min} \times B_y \times d \right. \quad 6.51$$

$V_{Rd,c,I}$  - Esforço transverso resistente da sapata na zona I

$V_{Rd,c,II}$  - Esforço transverso resistente da sapata na zona II

Para garantir que a sapata não necessita de armadura transversal devem ser verificadas as seguintes equações.

$$V_{Ed,I} \leq V_{rd,c,I} \quad 6.52$$

$$V_{Ed,II} \leq V_{rd,c,II} \quad 6.53$$

## 6.5. Comprimento de Amarração da Armadura Longitudinal

O comprimento de amarração de cálculo é dado pela seguinte equação apresentada no capítulo 8.4.4 da NP EN 1992

$$l_{bd} = \alpha_1 \times \alpha_2 \times \alpha_3 \times \alpha_4 \times \alpha_5 \times l_{b,rqd} \geq l_{b,min} \quad 6.54$$

$l_{bd}$  - Comprimento de amarração de cálculo

$\alpha_i$  – Coeficientes apresentados no quadro 8.2 da norma

$l_{b,rqd}$  - Comprimento de amarração de referência



$l_{b,min}$  - Comprimento de amarração mínimo.

- Comprimento de amarração mínimo para varões tracionados

$$l_{b,min} \geq \max\{0,3 \times l_{b,rqd}; 10\phi; 100mm\} \quad 6.55$$

- Comprimento de amarração mínimo para varões comprimidos

$$l_{b,min} \geq \max\{0,6 \times l_{b,rqd}; 10\phi; 100mm\} \quad 6.56$$

O mesmo capítulo permite a seguinte simplificação para o comprimento de amarração.

$$l_{bd} = l_{b,eq} = \alpha_1 \times l_{b,rqd} \quad 6.57$$

$l_{b,eq}$  - Comprimento de amarração equivalente

$\alpha_1$  - Coeficiente que tem em conta o efeito de forma dos varões ( $\alpha_1 = 1,0$ )

$l_{b,rqd} = 40 \times \phi$  para condições de boa aderência

$l_{b,rqd} = 60 \times \phi$  para condições de fraca aderência

A seguinte figura demonstra como utilizar o comprimento de amarração na ligação com outros elementos.

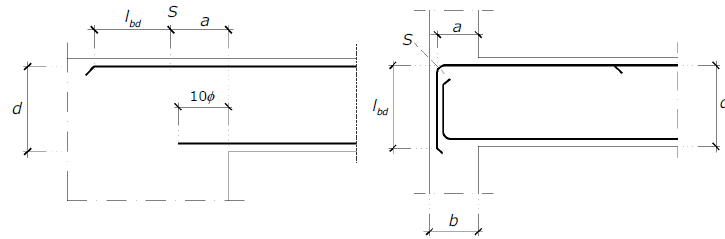


Figura 72 - Esquemas de amarração de armaduras

$$a = \min \{b, 2d\} \quad 6.58$$

## 6.6. Armaduras das Vigas Especiais

Este capítulo apresenta o método de cálculo das armaduras das vigas especiais para o estado limite último.

### 6.6.1. Cálculo da armadura longitudinal

A armadura longitudinal vai ser calculada para diferentes níveis como disposto no capítulo 5.3 deste documento

### 6.6.2. Cálculo da armadura transversal

O cálculo da armadura transversal está de acordo com o disposto no cálculo da armadura transversal das vigas.

### 6.6.3. Cálculo da armadura de face

Estas vigas são consideradas vigas parede pela norma NP EN 1992 e como tal devem ter uma armadura na face vertical.

O cálculo desta armadura é realizado de acordo com o cálculo das armaduras longitudinais das lajes, devendo no entanto respeitar o seguinte mínimo de acordo com o ponto 9.7 da NP EN 1992.

$$A_{s,dbmin} \geq \begin{cases} 0.001 \times A_c \\ 1,5 \text{ cm}^2/m \end{cases} \quad 6.59$$

$A_{s,dbmin}$  - Armadura de face mínima em ambas as direções

$A_c$  - Área de betão

## 7. EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

### 7.1. Lajes

Cálculo da laje denominada como 1La5 do bloco 1

$$b_t = 1,00 \text{ m} \quad d = 0,16 \text{ m} \quad M_{xx}^+ = 19,84 \text{ kN.m} \quad M_{yy}^+ = 46,35 \text{ kN.m}$$

$$M_{xx}^- = 34,16 \text{ kN.m} \quad M_{yy}^- = 84,36 \text{ kN.m}$$

#### 7.1.1. Armaduras longitudinais

- Armadura inferior paralela a  $L_y$

Utilizando a seguinte fórmula verifica-se o momento fletor reduzido.

$$\mu = \frac{M_{rd}}{b_t \times d^2 \times f_{cd}} \quad 7.1$$

$$\mu = \frac{19,84}{1,0 \times 0,16^2 \times 16700} = 0,046 \quad 7.2$$

Encontra-se fora do intervalo mas sendo por valores inferiores ignorou-se

$$1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,046} = 0,048 \quad 7.3$$

$$\omega = \frac{A_{s,l} \times f_{yd}}{b_t \times d \times f_{cd}} \quad 7.4$$

$$0,048 = \frac{A_{s,l} \times 435000}{1,0 \times 0,16 \times 16700} \quad 7.5$$

$$A_{s,lx} = 2,92 \text{ cm}^2/\text{m} \quad 7.6$$

$$A_{sl,min} = 2,16 \text{ cm}^2/\text{m} \quad 7.7$$

$$\text{Solução: } \emptyset 8 // 15 \rightarrow A_{s,lx} = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$$

- Armadura inferior paralela a Lx

Utilizando a seguinte fórmula verifica-se o momento fletor reduzido.

$$\mu = \frac{M_{rd}}{b_t \times d^2 \times f_{cd}} \quad 7.8$$

$$\mu = \frac{46,35}{1,0 \times 0,16^2 \times 16700} = 0,108 \quad 7.9$$

Encontra-se dentro do intervalo.

$$1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,108} = 0,115 \quad 7.10$$

$$\omega = \frac{A_{s,l} \times f_{yd}}{b_t \times d \times f_{cd}} \quad 7.11$$

$$0,115 = \frac{A_{s,l} \times 435000}{1,0 \times 0,16 \times 16700} \quad 7.12$$

$$A_{s,lx} = 7,07 \text{ cm}^2/\text{m} \quad 7.13$$

$$A_{sl,min} = 2,16 \text{ cm}^2/\text{m} \quad 7.14$$

$$\text{Solução: } \emptyset 12 // 15 \rightarrow A_{s,lx} = 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$$

- Armadura superior paralela a Ly

Utilizando a seguinte fórmula verifica-se o momento fletor reduzido.

$$\mu = \frac{M_{rd}}{b_t \times d^2 \times f_{cd}} \quad 7.15$$

$$\mu = \frac{34,16}{1,0 \times 0,16^2 \times 16700} = 0,080 \quad 7.16$$

Encontra-se fora do intervalo mas sendo por valores inferiores ignorou-se

$$1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,080} = 0,083 \quad 7.17$$

$$\omega = \frac{A_{s,l} \times f_{yd}}{b_t \times d \times f_{cd}} \quad 7.18$$

$$0,083 = \frac{A_{s,l} \times 435000}{1,0 \times 0,16 \times 16700} \quad 7.19$$

$$A_{s,lx} = 5,12 \text{ cm}^2/m \quad 7.20$$

$$A_{sl,min} = 2,16 \text{ cm}^2/m \quad 7.21$$

$$\text{Solução: } \emptyset 10 // 15 \rightarrow A_{s,lx} = 5,24 \text{ cm}^2/m$$

- Armadura superior paralela a Lx

Utilizando a seguinte fórmula verifica-se o momento fletor reduzido.

$$\mu = \frac{M_{rd}}{b_t \times d^2 \times f_{cd}} \quad 7.22$$

$$\mu = \frac{84,36}{1,0 \times 0,16^2 \times 16700} = 0,197 \quad 7.23$$

Encontra-se dentro do intervalo.

$$1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,197} = 0,222 \quad 7.24$$

$$\omega = \frac{A_{s,l} \times f_{yd}}{b_t \times d \times f_{cd}} \quad 7.25$$

$$0,222 = \frac{A_{s,l} \times 435000}{1,0 \times 0,16 \times 16700} \quad 7.26$$

$$A_{s,lx} = 13,63 \text{ cm}^2/m \quad 7.27$$

$$A_{sl,min} = 2,16 \text{ cm}^2/m \quad 7.28$$

$$\text{Solução: } \emptyset 16 // 12,5 \rightarrow A_{s,lx} = 16,08 \text{ cm}^2/m$$

### 7.1.2. Armadura transversal

$$V_{Ed} = 24.51 \text{ kN}$$

$$v_{min} = 0,035 \times 2^{3/2} \times 25^{0,5} = 0,0495 \quad 7.29$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{160}} = 2,11 \leq 2,0 \quad k = 2 \quad 7.30$$

$$\rho_l = \frac{3,35 \times 10^{-4}}{1,0 \times 0,16} = 0,0021 \leq 0,02 \quad 7.31$$

$$V_{Rd,c} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,12 \times 2 \times (100 \times 0,0021 \times 25)^{1/3} \times 1000 \times 160 \\ 0,0495 \times 1000 \times 160 \end{array} \right. \quad 7.32$$

$$V_{Rd,c} = 66,73 \text{ kN} > 24.51 \text{ kN} \quad 7.33$$

Não necessita de armadura transversal

## 7.2. Vigas

Para este caso vamos avaliar a viga 2VVB com os tramos 944, 946 e 947 do bloco 2 que é uma das vigas que devido aos elevados esforços teve dois níveis de armadura.

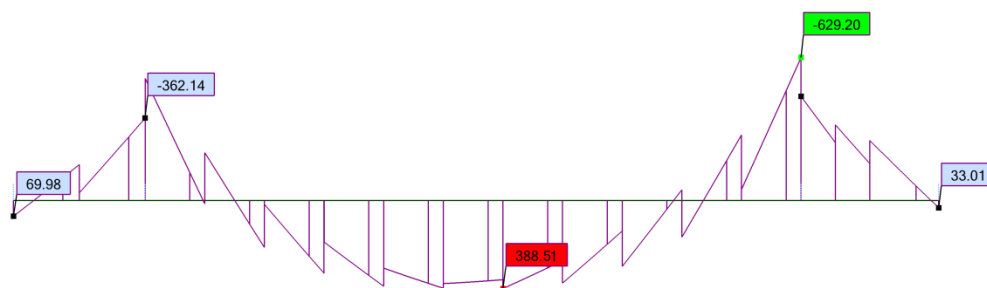


Figura 73 - Diagrama de momentos da viga 2VVB

$$b = 0,30 \text{ m} \quad d = 0,84 \text{ m}$$

### 7.2.1. Armaduras longitudinais

Para o momento máximo positivo de 388,51 kN.m temos que o momento fletor reduzido é o seguinte.

$$\mu = \frac{388,51}{0,30 \times 0,84^2 \times 16700} = 0,110 \quad 7.34$$

$$1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,110} = 0,117 \quad 7.35$$

$$0,117 = \frac{A_{s,l} \times 435000}{0,3 \times 0,84 \times 16700} \quad 7.36$$

$$A_{s,l} = 11,29 \text{ cm}^2/\text{m} \quad 7.37$$

$$A_{s,l,min} = 3,41 \text{ cm}^2/\text{m} \quad 7.38$$

$$\text{Solução: } 4 \text{ } \emptyset 20 \rightarrow A_{s,l} = 12,57 \text{ cm}^2$$

O reforço na zona de momentos negativos será para um momento de 629.20 kN.m.

Numa primeira instância foram admitidas áreas de armaduras de modo a que o momento resistente fosse superior a 629.20 kN.m.

As áreas de armaduras admitidas foram as seguintes.

$$\begin{aligned} 4 \text{ } \emptyset 20 &\rightarrow A_{s,l} = 12,57 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ para o nível 1} \\ 3 \text{ } \emptyset 20 &\rightarrow A_{s,l} = 9,42 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ para o nível 2} \end{aligned}$$

$$F_{s1} = 435000 \times 12,57 \times 10^{-4} = 546.64 \text{ kN} \quad 7.39$$

$$F_{s2} = 435000 \times 9,42 \times 10^{-4} = 409.98 \text{ kN} \quad 7.40$$

$$F_c = F_{s1} + F_{s2} = 956.51 \text{ kN} \quad 7.41$$

$$F_c = 16700 \times 0,8 \times x \times 0,30 \quad 7.42$$

Igualando as duas equações anteriores descobrimos “x” e consequentemente Z1 e Z2.

$$x = 0,2387 \text{ m e } Z1 = d - 0,4 \times x = 0,84 - 0,4 \times 0,2387 = 0,74 \text{ m}$$

Como a distância entre os eixos dos varões é de 10 cm Z2 é igual a 0,64 m

Através do equilíbrio de momento no ponto de aplicação do Fc temos a seguinte equação

$$Mrd = Ms1 + Ms2 = 546.64 \times 0,74 + 409.98 \times 0,64 \quad 7.43$$

$$Mrd = 675.33 \text{ kN.m} > 629.20 \text{ kN.m}$$

### 7.2.2. Armadura transversal

$$V_{Ed} = 575,41 \text{ kN} \quad \cot \theta = 2,5 \quad f_{ywd} = 500000$$

$$v_1 = v = 0,6 \times \left(1 - \frac{25}{250}\right) = 0,54 \quad 7.44$$

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \times b_w \times z \times v_1 \times f_{cd}}{\cot \theta + \tan \theta} \quad 7.45$$

$$V_{Rd,max} = \frac{1,0 \times 0,30 \times 0,9 \times 0,54 \times 16700}{2,5 + \frac{1}{2,5}} = 705,27 \quad 7.46$$

Como o valor máximo é superior a ação de corte vamos proceder ao cálculo da área armadura por metro.

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{s,w}}{s} \times z \times f_{ywd} \times \cot \theta \quad 7.47$$

$$575,41 = \frac{A_{s,w}}{s} \times 0,9 \times 0,84 \times 435000 \times 2,5 \quad 7.48$$

$$\frac{A_{s,w}}{s} = 7,00 \text{ cm}^2/\text{m} \quad 7.49$$

$$A_{sl,min} = 3,41 \text{ cm}^2/\text{m} \quad 7.50$$

Espaçamento máximo transversal e longitudinal

$$s_{t,max} = 0,75 \times 0,84 = 0,63 \text{ m} \leq 600 \text{ mm} \quad s_{t,max} = 0,6 \text{ m} \quad 7.51$$



$$s_{l,max} = 0,75 \times 0,84 = 0,63 \text{ m} \quad 7.52$$

$$\text{Solução: } 2 \text{ } \emptyset 8 // 0,125 \rightarrow A_{s,l} = 8,04 \text{ cm}^2/\text{m}$$

### 7.3. Pilares

O pilar em estudo neste capítulo será o 1PB8 do bloco 2 e apresenta as seguintes dimensões.

$$H_y = 0,50 \text{ m} \quad H_z = 0,30 \text{ m} \quad L = l_0 = 3,40 \text{ m}$$

#### 7.3.1. Armadura longitudinal

sujeito aos seguintes esforços

$$N_{Ed} = 1558,19 \text{ kN} \quad M_{yy,a} = 4,96 \text{ kN.m} \quad M_{zz,a} = 173,99 \text{ kN.m}$$

$$M_{yy,b} = 2,76 \text{ kN.m} \quad M_{zz,b} = 88,20 \text{ kN.m}$$

**Direção Y**

$$\lambda = \frac{3,40}{0,14} = 24,28 \quad 7.53$$

$$\frac{4,96}{1558,19} = 0,003 < 3,5 \times 0,3 = 1,05 \quad 7.54$$

$$24,28 \leq 50 - 15 \times \frac{2,76}{4,96} = 41,65 \quad 7.55$$

Não é necessário verificar a encurvadura na direção y

**Direção Z**

$$\lambda = \frac{3,40}{0,09} = 37,78 \quad 7.56$$

$$\frac{173,99}{1558,19} = 0,11 < 3,5 \times 0,5 = 1,75 \quad 7.57$$

$$37,78 \leq 50 - 15 \times \frac{88,20}{173,99} = 42,39 \quad 7.58$$

Não é necessário verificar a encurvadura na direção Z

$$v = \frac{1558,19}{0,50 \times 0,30 \times 16700} = 0,62 \quad 7.59$$

$$\mu_{yy} = \frac{4,96}{0,50 \times 0,30^2 \times 16700} = 0,007 \quad 7.60$$

$$\mu_{zz} = \frac{173,99}{0,30 \times 0,50^2 \times 16700} = 0,139 \quad 7.61$$

$$\text{como } \mu_{zz} > \mu_{yy} \rightarrow \mu_{zz} = \mu_1 \text{ e } \mu_{yy} = \mu_2$$

Através do uso de um abaco determinamos a percentagem mecânica de armadura.

$$\omega = 0,150 = \frac{A_{s,l} \times 435000}{0,30 \times 0,50 \times 16700} \quad 7.62$$

$$A_{s,l} = 8,64 \text{ cm}^2 \quad 7.63$$

$$A_{s,l,min} = 3,58 \text{ cm}^2 \quad 7.64$$

$$\text{Solução: } 8 \text{ } \emptyset 12 \rightarrow A_{s,l} = 9,05 \text{ cm}^2$$

### 7.3.2. Armadura transversal

Foi admitido um varão de 6 mm e com o seguinte afastamento.

$$S_{cl,t1max} \leq \begin{cases} 15 \times 12 = 180 \text{ mm} \\ 300 \text{ mm} \\ 300 \text{ mm} \end{cases} \quad 7.65$$

$$\text{Solução: } \emptyset 6 // 0,18 \rightarrow A_{s,l} = 1,57 \text{ cm}^2$$

## 7.4. Paredes

A parede designada por Pa3 do bloco 1 tem as seguintes características

*Dimensões em planta 0,25 m por 2,50 m*

### 7.4.1. Armadura vertical

O elemento encontra-se sujeito as seguintes ações

$$N_{Ed} = 1053,44 \text{ kN} \quad M_{Ed} = 19,39 \text{ kN.m}$$

$$\mu = \frac{19,39}{2,50 \times 0,25^2 \times 16700} = 0,007 \quad 7.66$$

$$v = \frac{1053,44}{2,50 \times 0,25 \times 16700} = 0,10 \quad 7.67$$

Através de ábacos retira-se a percentagem mecânica de armadura

$$0,10 = \frac{A_{s,v} \times 435000}{2,5 \times 0,25 \times 16700} \quad 7.68$$

$$A_{s,v} = 23,99 \text{ cm}^2 = 9,60 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,vmin} = 5,00 \text{ cm}^2/\text{m} \quad 7.69$$

$$\text{Solução: } \emptyset 16 // 0,20 \rightarrow A_{s,l} = 10,05 \text{ cm}^2/\text{m}$$

### 7.4.2. Armadura horizontal

O elemento encontra-se sujeito as seguintes ações

$$M_{Ed} = 6,54 \text{ kN.m}$$

$$\mu = \frac{6,54}{1,0 \times 0,25^2 \times 16700} = 0,006 \quad 7.70$$

$$1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,006} = 0,006 \quad 7.71$$

$$0,006 = \frac{A_{s,v} \times 435000}{1,0 \times 0,25 \times 16700} \quad 7.72$$

$$A_{s,h} = 0,60 \text{ cm}^2/m$$

$$A_{s,hmin} = 7,85 \text{ cm}^2/m \quad 7.73$$

$$\text{Solução: } \emptyset 10 // 0,10 \rightarrow A_{s,l} = 7,85 \text{ cm}^2/m$$

### 7.4.3. Armadura transversal

O elemento encontra-se sujeito as seguintes ações

$$V_{Ed} = 13,34 \text{ kN}$$

$$v_{min} = 0,035 \times 1,85^{3/2} \times 25^{0,5} = 0,4403 \quad 7.74$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{250}} = 1,85 \leq 2,0 \quad k = 2 \quad 7.75$$

$$\rho_l = \frac{7,85 \times 10^{-4}}{1,0 \times 0,25} = 0,01257 \leq 0,02 \quad 7.76$$

$$V_{Rd,c} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,12 \times 2 \times (100 \times 0,01257 \times 25)^{1/3} \times 1000 \times 250 \\ 0,4403 \times 1000 \times 250 \end{array} \right. \quad 7.77$$

$$V_{Rd,c} = 133,09 \text{ kN} > 13,34 V_{Ed} \quad 7.78$$

### 7.5. Sapatas

No dimensionamento da sapata correspondente ao pilar 1PA1 do bloco 1 chegou-se as seguintes dimensões.

$$B_y = 1,00 \text{ m} \quad B_z = 2,00 \text{ m} \quad h = 0,60 \text{ m} \quad d = 0,54 \text{ m}$$

$$\text{Dimensões dos pilares} \quad b_{0y} = 0,20 \quad b_{0z} = 0,40$$

### 7.5.1. Verificação da condição de rigidez

$$d_1 = \frac{1,00 - 0,20}{4} = 0,20 \text{ m} \quad 7.79$$

$$d_2 = \frac{2,00 - 0,40}{4} = 0,40 \text{ m} \quad 7.80$$

$$d \geq d_1 \text{ e } d \geq d_2 \quad 7.81$$

### 7.5.2. Tensão de referência

As ações na base do pilar são as seguintes.

$$V_{Ek} = 442.48 \text{ kN} \quad M_{y,k} = 1,81 \text{ kN.m} \quad M_{z,k} = 2,16 \text{ kN.m}$$

$$V_{Ed} = 596.47 \text{ kN} \quad M_y = 2,67 \text{ kN.m} \quad M_z = 3,05 \text{ kN.m}$$

Para as ações características.

$$e_y = \frac{2,16}{442.48} = 0,005 \text{ m} \quad 7.82$$

$$e_z = \frac{1,81}{442.48} = 0,004 \text{ m} \quad 7.83$$

$$\eta_y = \frac{0,005}{1,00} = 0,005 \quad 7.84$$

$$\eta_z = \frac{0,004}{2,00} = 0,002 \quad 7.85$$

$$0,005 + 0,002 = 0,007 \leq 0,167 \quad 7.86$$

Para o cálculo da tensão de referência das ações características o peso da sapata é incluído e neste caso toma o valor de 30,00 kN.

As tensões nos extremos da sapata são as seguintes

$$\sigma_{gd1} = \frac{442,48 + 30}{1,0 + 2,0} \times (1 + 6 \times 0,005 + 6 \times 0,002) = 156,96 \text{ kPa} \quad 7.87$$

$$\sigma_{gd2} = \frac{442,48 + 30}{1,0 + 2,0} \times (1 + 6 \times 0,005 - 6 \times 0,002) = 153,34 \text{ kPa} \quad 7.88$$

$$\sigma_{gd3} = \frac{442,48 + 30}{1,0 + 2,0} \times (1 - 6 \times 0,005 + 6 \times 0,002) = 148,32 \text{ kPa} \quad 7.89$$

$$\sigma_{gd4} = \frac{442,48 + 30}{1,0 + 2,0} \times (1 - 6 \times 0,005 - 6 \times 0,002) = 144,70 \text{ kPa} \quad 7.90$$

$$\sigma_{3/4} = \sigma_{ref} = 153,89 \text{ kPa} < 220 \text{ kPa} \quad 7.91$$

Para as ações majoradas.

$$e_y = \frac{3,05}{596,47} = 0,005 \text{ m} \quad 7.92$$

$$e_z = \frac{2,67}{596,47} = 0,004 \text{ m} \quad 7.93$$

$$\eta_y = \frac{0,005}{1,00} = 0,005 \quad 7.94$$

$$\eta_z = \frac{0,004}{2,00} = 0,002 \quad 7.95$$

$$0,005 + 0,002 = 0,007 \leq 0,167 \quad 7.96$$

As tensões nos extremos da sapata são as seguintes

$$\sigma_{gd1} = \frac{596,47}{1,0 + 2,0} \times (1 + 6 \times 0,005 + 6 \times 0,002) = 207,59 \text{ kPa} \quad 7.97$$

$$\sigma_{gd2} = \frac{596,47}{1,0 + 2,0} \times (1 + 6 \times 0,005 - 6 \times 0,002) = 202,25 \text{ kPa} \quad 7.98$$

$$\sigma_{gd3} = \frac{596,47}{1,0 + 2,0} \times (1 - 6 \times 0,005 + 6 \times 0,002) = 195,39 \text{ kPa} \quad 7.99$$

$$\sigma_{gd4} = \frac{596,47}{1,0 + 2,0} \times (1 - 6 \times 0,005 - 6 \times 0,002) = 190,05 \text{ kPa} \quad 7.100$$

$$\sigma_{3/4} = \sigma_{ref} = 203,21 \text{ kPa} \quad 7.101$$

### 7.5.3. Armaduras longitudinais

Armadura longitudinal na direção do eixo y

$$L = 0,43 \text{ m} \quad P_{Ed} = 153,89 \text{ kN/m} \quad M_{sd} = 14,23 \text{ kN.m}$$

$$\mu = \frac{56,91}{1,0 \times 0,54^2 \times 16700} = 0,003 \quad 7.102$$

$$1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,003} = 0,003 \quad 7.103$$

$$A_{s,l,y} = 0,61 \text{ cm}^2/\text{m} \quad 7.104$$

Armadura longitudinal na direção do eixo z

$$L = 0,86 \text{ m} \quad P_{Ed} = 153,89 \text{ kN/m} \quad M_{sd} = 56,91 \text{ kN.m}$$

$$\mu = \frac{56,91}{1,0 \times 0,54^2 \times 16700} = 0,012 \quad 7.105$$

$$1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,012} = 0,012 \quad 7.106$$

$$A_{s,l,y} = 2,44 \text{ cm}^2/\text{m} \quad 7.107$$

$$A_{sl,min} = 7,30 \text{ cm}^2/\text{m} > A_{s,l} \quad 7.108$$

$$\text{Solução: malha quadrada de } \emptyset 10 // 0,10 \rightarrow A_{s,l} = 7,85 \text{ cm}^2/\text{m}$$

### 7.5.4. Armadura de punçoamento

Para o perímetro do pilar

$$v_{rd,max} = 4509,00 \text{ kPa} \quad b_y = 0,20 \text{ m} \quad b_z = 0,40 \text{ m} \quad \sigma_{med} = 198,82 \text{ kPa}$$

$$u_0 = 2 \times 0,20 + 2 \times 0,40 = 1,20 \text{ m} \quad 7.109$$

$$\beta = 1 + 1,8 \times \sqrt{\left(\frac{0,005}{0,40}\right)^2 + \left(\frac{0,004}{0,20}\right)^2} = 1,05 \quad 7.110$$

$$A_{cont} = 0,20 \times 0,40 = 0,08 \text{ m}^2 \quad 7.111$$

$$\Delta V_{Ed} = 198,82 \times 0,08 = 15,91 \text{ kN} \quad 7.112$$

$$V_{Ed,red} = 596,47 - 15,91 = 580,56 \text{ kN} \quad 7.113$$

$$v_{Ed,pilar} = \frac{1,05 \times 580,56}{1,20 \times 0,54} = 937,50 \text{ kPa} < 4509,00 \text{ kPa} \quad 7.114$$

Para o perímetro à distância  $a=0,20 \text{ m}$

$$v_{rd,c} = 1927,95 \text{ kPa} \quad b_y = 0,60 \text{ m} \quad b_z = 0,80 \text{ m} \quad \sigma_{med} = 198,82 \text{ kPa}$$

$$u_0 = 2 \times 0,20 + 2 \times 0,40 + 2 \times \pi \times 0,20 = 2,46 \text{ m} \quad 7.115$$

$$\beta = 1 + 1,8 \times \sqrt{\left(\frac{0,005}{0,60}\right)^2 + \left(\frac{0,004}{0,80}\right)^2} = 1,02 \quad 7.116$$

$$A_{cont} = 0,45 \text{ m}^2 \quad 7.117$$

$$\Delta V_{Ed} = 198,82 \times 0,45 = 88,61 \text{ kN} \quad 7.118$$

$$V_{Ed,red} = 596,47 - 15,91 = 507,86 \text{ kN} \quad 7.119$$

$$v_{Ed,pilar} = \frac{1,02 \times 507,86}{2,46 \times 0,54} = 389,60 \text{ kPa} < 1927,95 \text{ kPa} \quad 7.120$$

### 7.5.5. Armadura transversal

- Verificação para o corte I-I sendo este o mais gravoso

$$k = 1,61 \quad \rho_l = 0,00145 \quad f_{ck} = 25 \text{ GPa}$$

$$V_{Rd,c,I} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,12 \times 1,61 \times (100 \times 0,00145 \times 25)^{1/3} \times 1000 \times 540 \\ 0,357 \times 1000 \times 540 \end{array} \right. \quad 7.121$$



$$V_{Rd,c,I} = 192,80 \text{ kN}$$

- Cálculo do valor do esforço transverso

$$\sigma_{aux1} = 206,01 \text{ kPa} \quad \sigma_{aux2} = 200,67 \text{ kPa} \quad \sigma_{gd1} = 207,59 \text{ kPa} \quad \sigma_{gd2} = 202,25 \text{ kPa}$$

$$V_{Ed,I} = \frac{206,01 + 200,67 + 207,59 + 202,25}{4} \times \left( \frac{2,0 - 0,4}{2} - 0,54 \right) \times 1 \quad 7.122$$

$$V_{Ed,I} = 53,07 \text{ kN} \leq 192,80 \text{ kN} \quad 7.123$$

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NP EN 1990 – Bases para o projeto de estruturas, 2009, CT 115 LNEC, Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

NP EN 1991-1-1 – Ações em estruturas, Parte 1-1 Ações gerais, Pesos volúnicos, pesos próprios, sobrecargas em edifícios, 2009, CT 115 LNEC, Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

NP EN 1991-1-4 – Ações em estruturas, Parte 1-4 Ações gerais, Ações do vento, 2010, CT 115 LNEC, Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

NP EN 1992-1-1 – Projeto de estruturas de betão, Parte 1-1 Regras gerais e regras para edifícios, 2010, CT 115 LNEC, Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

NP EN 1997-1 – Projeto geotécnico, Parte 1 Regras gerais, 2010, CT 115 LNEC, Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

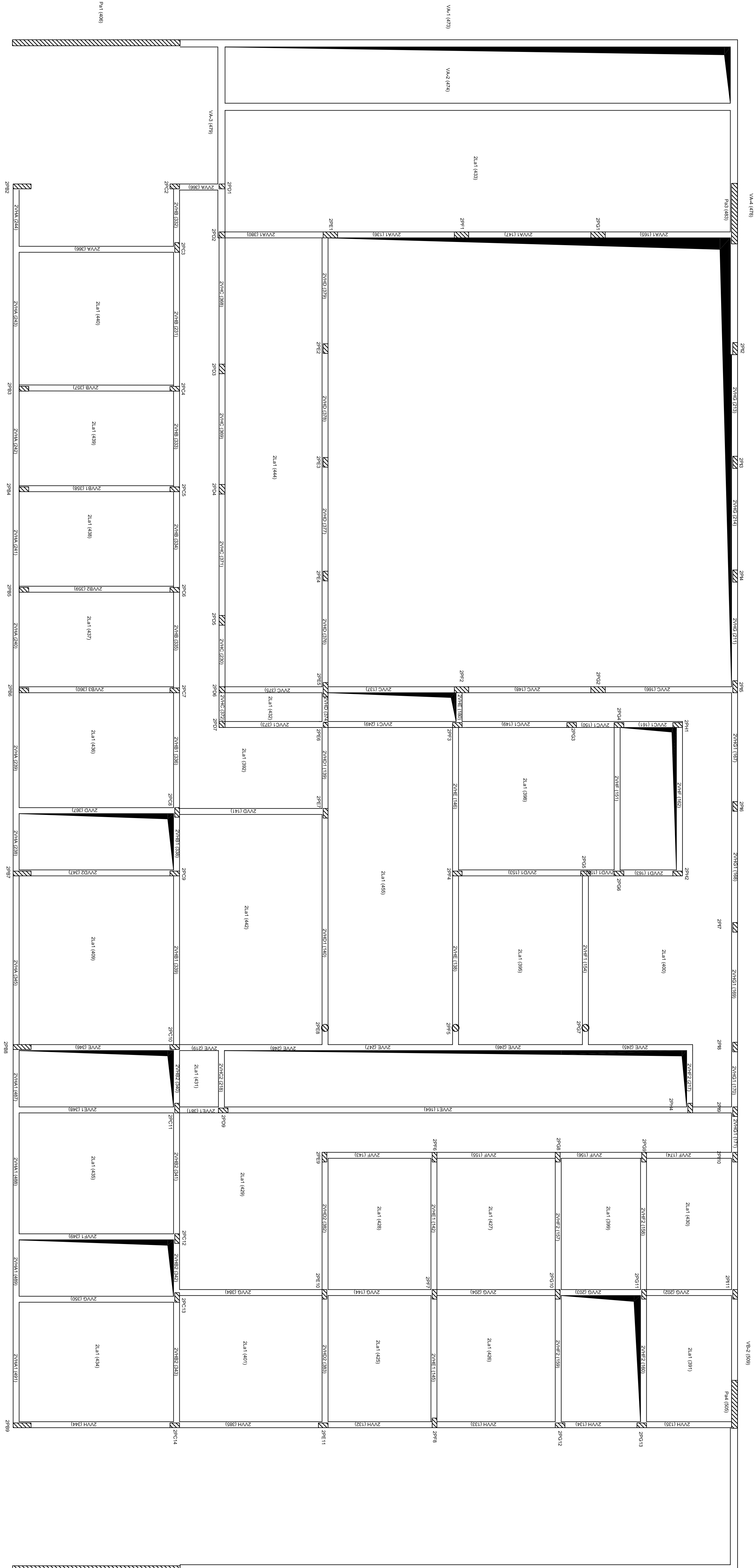
NP EN 1998-1 – Projeto de estruturas para resistência ao sismos, Parte 1 Regras gerais, ações sísmicas e regras para edifícios, 2010, CT 115 LNEC, Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

J. Appleton e P. França, IMPLEMENTAÇÃO DO EUROCÓDIGO 2 – (EN1992-1), Carlos Félix e Paulo Guedes, Apontamentos da cadeira EBET1 e EBET2, 2011, ISEP

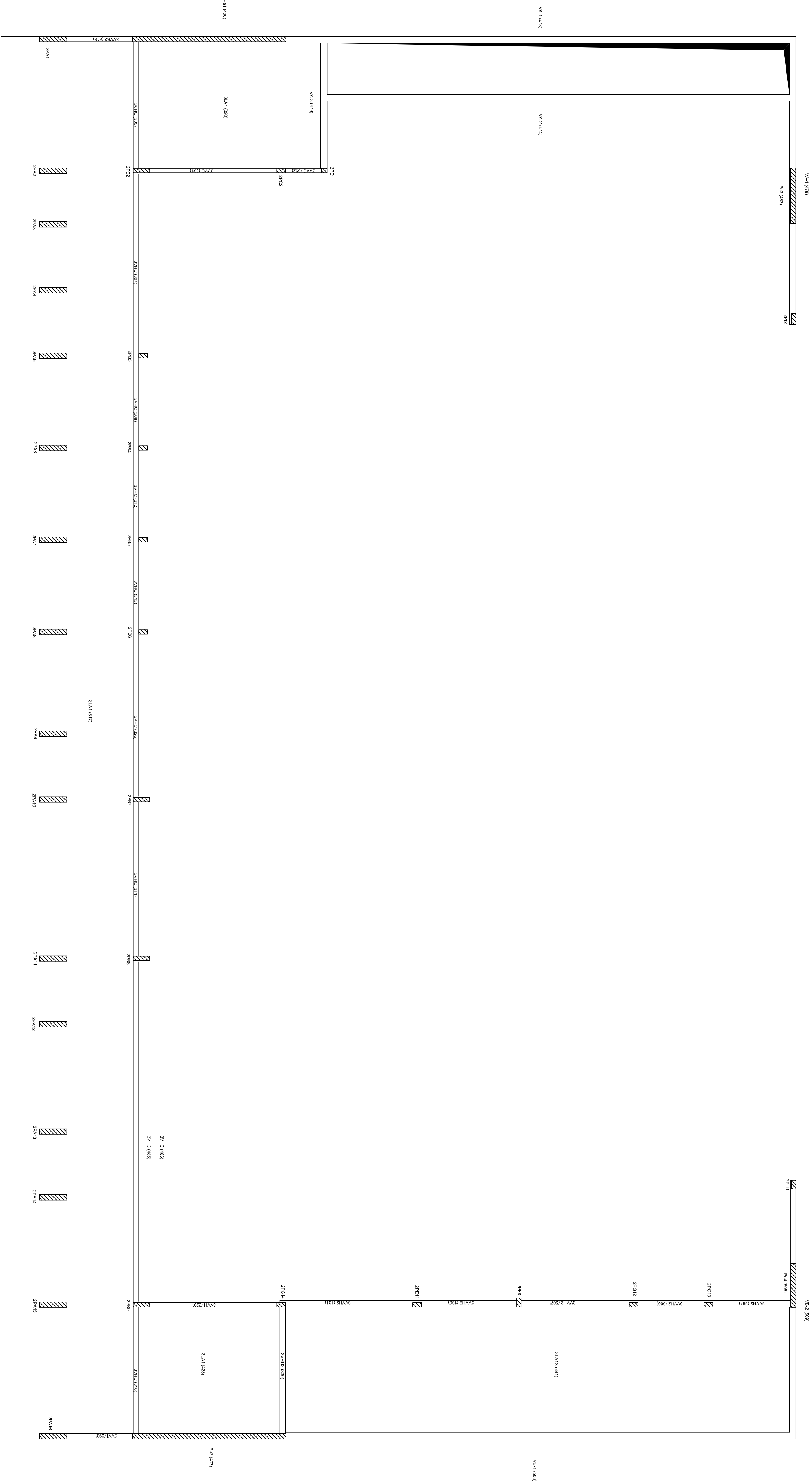
# Anexo 1

Plantas

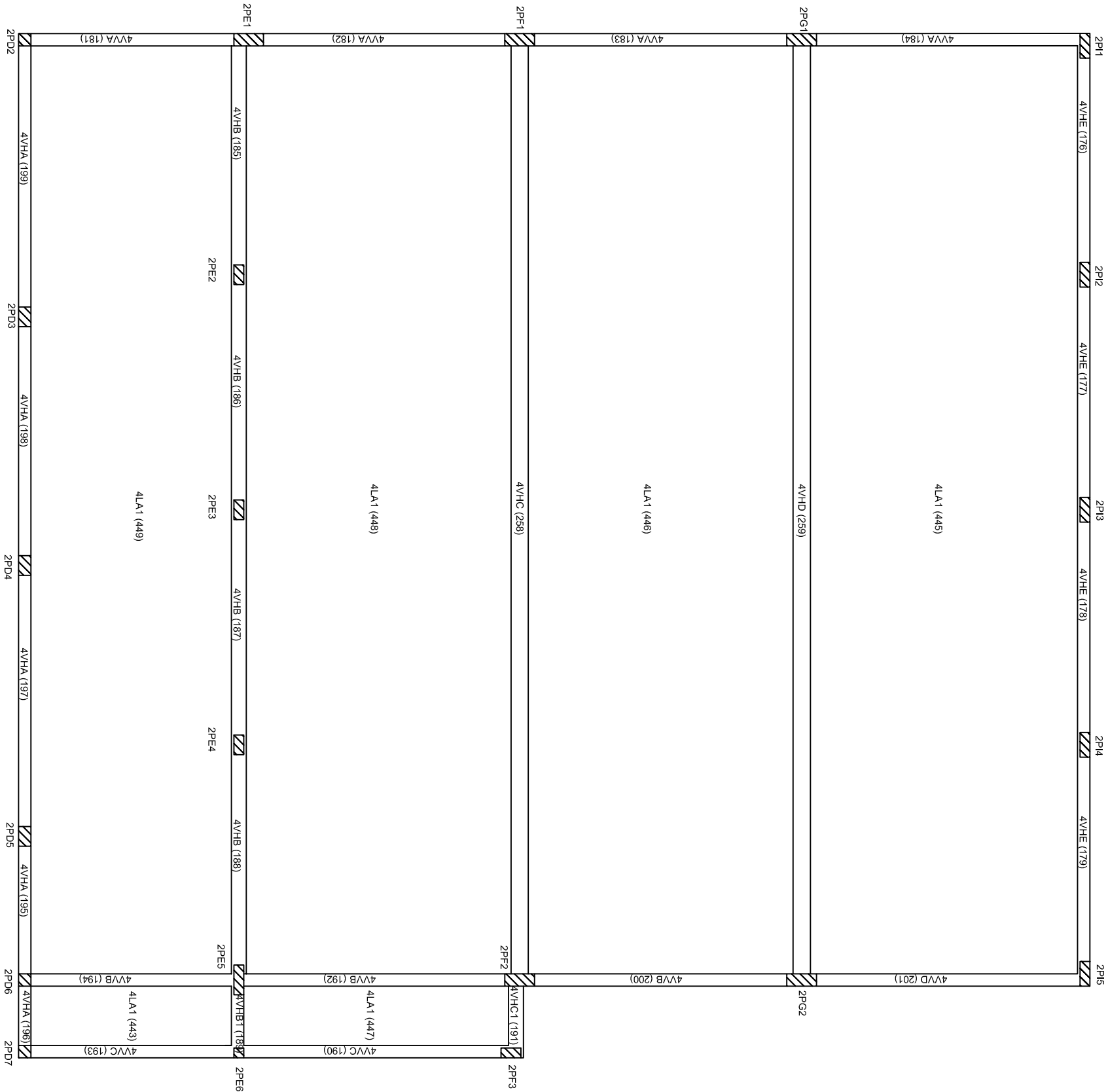




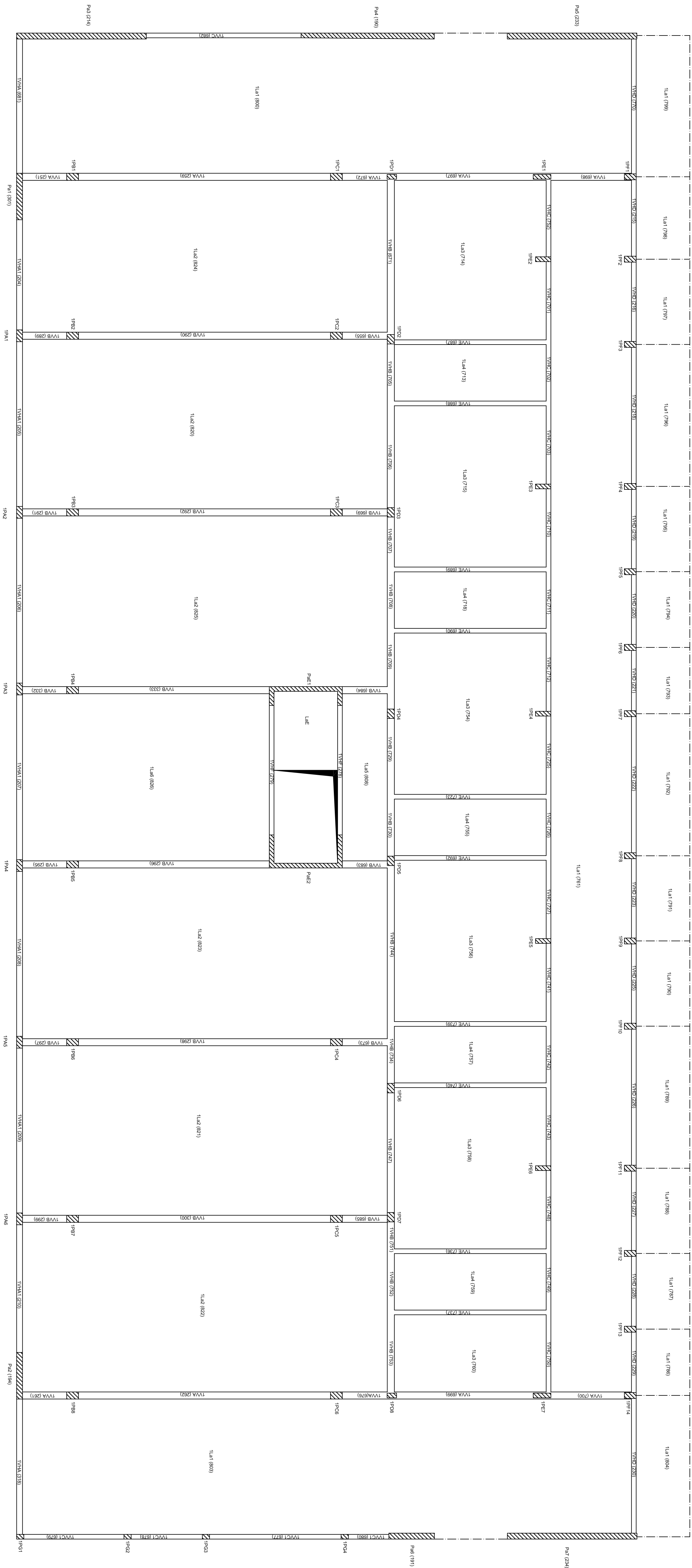
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL			
Autor: Fábio Mendonça	Rev: TSD	PROJECTO ESTRUTURAL DE UM EDIFÍCIO PÚBLICO EM CAMAMBA - ANGOLA	
	Escala: 1/100		
Data: 06/10/2013			
Desenho nº: 001	Folha nº: 002		Planta do segundo piso do bloco 1
Versão: Final			



DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL			
Autor: Fábio Mendonça	Rev:	PROJECTO ESTRUTURAL DE UM EDIFÍCIO PÚBLICO EM CAMAMUA - ANGOLA	
	TSD		
	Escala: 1/100		
Data: 06/10/2013			
Desenho nº: 001	Folha nº: 003		Planta da primeira cobertura do bloco 1
Versão: Final			



DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL			
Autor: Fábio Mendonça		Rev: TSD	
Escala: 1/100		PROJECTO ESTRUTURAL DE UM EDIFÍCIO PÚBLICO EM CAMAMAMA - ANGOLA	
Data: 05/10/2013			
Desenho n.º. 001		Folha n.º. 004	
Versão: Final		Planta da segunda cobertura do bloco 1	



DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL			
Autor: Fábio Mendonça	Rev:	PROJECTO ESTRUTURAL DE UM EDIFÍCIO PÚBLICO EM CAMAMBA - ANGOLA	
	TSD		
	Escala: 1/100		
Data: 01/01/2013		Planta do primeiro piso do bloco 2	
Desenho n.º 002			
Folha n.º 001			
Versão: Final			







# Anexo 2

Tabelas de cálculo

# Bloco 1

C 25/30	$f_{cd}$	16700 kPa
S 500	$f_{yd}$	435000 kPa

C 25/30	$f_{ctm}$	2600 kPa
S 500	$f_{yk}$	500000 kPa

Lx	vão paralelo ao eixo x
Ly	vão paralelo ao eixo y

LM	vão maior
Lm	vão menor

Secção	Painel	Lm [m]	b [m]	h [m]	d [m]
1La1	424	5,47	1,00	0,20	0,16
1La2	450	5,47	1,00	0,20	0,16
1La3	394	5,47	1,00	0,20	0,16
1La4	393	3,75	1,00	0,20	0,16
1La5	389	6,00	1,00	0,20	0,16
2La1	391	3,75	1,00	0,20	0,16
2La1	392	3,68	1,00	0,20	0,16
2La1	395	5,42	1,00	0,20	0,16
2La1	398	6,20	1,00	0,20	0,16
2La1	399	3,61	1,00	0,20	0,16
2La1	400	7,25	1,00	0,20	0,16
2La1	401	5,47	1,00	0,20	0,16
2La1	409	6,74	1,00	0,20	0,16
2La1	425	4,55	1,00	0,20	0,16
2La1	426	5,47	1,00	0,20	0,16
2La1	427	5,14	1,00	0,20	0,16
2La1	428	4,55	1,00	0,20	0,16
2La1	429	6,20	1,00	0,20	0,16
2La1	430	3,75	1,00	0,20	0,16
2La1	431	1,88	1,00	0,20	0,16
2La1	433	5,33	1,00	0,20	0,16
2La1	434	5,47	1,00	0,20	0,16
2La1	435	5,28	1,00	0,20	0,16
2La1	436	5,00	1,00	0,20	0,16
2La1	437	4,20	1,00	0,20	0,16
2La1	438	4,20	1,00	0,20	0,16
2La1	439	4,20	1,00	0,20	0,16
2La1	440	5,81	1,00	0,20	0,16
2La1	442	6,20	1,00	0,20	0,16
2La1	455	5,42	1,00	0,20	0,16
2La2	432	4,32	1,00	0,20	0,16
2La2	444	4,32	1,00	0,20	0,16
3La1	517	6,00	1,00	0,15	0,11
3La1	390	6,00	1,00	0,15	0,11
3La1S	441	6,00	1,00	0,15	0,11
3La1S	423	6,00	1,00	0,15	0,11
4La1	443	1,47	1,00	0,12	0,08
4La1	445	5,68	1,00	0,12	0,08
4La1	446	5,70	1,00	0,12	0,08
4La1	447	1,47	1,00	0,12	0,08
4La1	448	5,70	1,00	0,12	0,08
4La1	449	4,32	1,00	0,12	0,08

ux+	uy+	ux-	uy-
0,038	0,045	0,051	0,100
0,022	0,031	0,049	0,105
0,026	0,032	0,035	0,104
0,024	0,020	0,038	0,076
0,046	0,108	0,080	0,197
0,026	0,046	0,059	0,046
0,014	0,023	0,077	0,045
0,036	0,028	0,076	0,055
0,033	0,045	0,074	0,138
0,017	0,022	0,031	0,049
0,081	0,044	0,078	0,112
0,033	0,039	0,072	0,050
0,060	0,044	0,113	0,039
0,021	0,029	0,038	0,043
0,029	0,034	0,039	0,046
0,028	0,030	0,039	0,054
0,018	0,024	0,040	0,053
0,043	0,030	0,174	0,145
0,028	0,017	0,033	0,027
0,006	0,002	0,019	0,026
0,031	0,088	0,107	0,234
0,041	0,042	0,078	0,021
0,041	0,039	0,092	0,021
0,034	0,039	0,062	0,050
0,026	0,026	0,026	0,045
0,027	0,029	0,036	0,037
0,026	0,022	0,035	0,055
0,044	0,049	0,046	0,062
0,056	0,033	0,129	0,075
0,045	0,028	0,143	0,048
0,010	0,004	0,019	0,021
0,055	0,018	0,092	0,092
0,027	0,039	0,110	0,094
0,043	0,055	0,143	0,076
0,030	0,091	0,100	0,176
0,041	0,037	0,089	0,062
0,007	0,013	0,015	0,027
0,160	0,053	0,195	0,128
0,122	0,068	0,195	0,109
0,006	0,007	0,013	0,037
0,119	0,064	0,198	0,113
0,074	0,031	0,184	0,069

wx+	wy+	wx-	wy-
0,039	0,046	0,053	0,105
0,022	0,031	0,050	0,111
0,027	0,032	0,036	0,110
0,024	0,020	0,039	0,080
0,048	0,115	0,083	0,222
0,026	0,047	0,061	0,047
0,014	0,023	0,081	0,046
0,036	0,029	0,079	0,057
0,034	0,046	0,078	0,149
0,017	0,023	0,032	0,050
0,085	0,045	0,082	0,119
0,033	0,040	0,074	0,052
0,062	0,045	0,120	0,040
0,021	0,030	0,039	0,044
0,030	0,034	0,040	0,047
0,028	0,030	0,040	0,056
0,018	0,024	0,041	0,055
0,044	0,031	0,193	0,157
0,028	0,018	0,034	0,028
0,007	0,002	0,019	0,027
0,032	0,093	0,113	0,271
0,042	0,043	0,081	0,021
0,042	0,040	0,097	0,021
0,035	0,040	0,064	0,051
0,026	0,026	0,027	0,047
0,027	0,029	0,037	0,038
0,026	0,022	0,036	0,057
0,045	0,050	0,047	0,064
0,058	0,034	0,139	0,078
0,047	0,028	0,155	0,049
0,010	0,004	0,019	0,021
0,057	0,018	0,097	0,097
0,027	0,040	0,117	0,099
0,044	0,056	0,154	0,080
0,030	0,095	0,106	0,196
0,042	0,037	0,093	0,064
0,007	0,013	0,015	0,027
0,175	0,054	0,219	0,138
0,131	0,070	0,219	0,115
0,006	0,007	0,014	0,038
0,127	0,066	0,223	0,121
0,077	0,032	0,205	0,072

Seção	Painel	Dispensa de armadura			Comprimento de amarração				Sem armadura mínima					Com armadura mínima				
		Lm [m]	0,2*Lm [m]	0,3*Lm [m]	lbd,inf [cm]	lb,min [cm]	lbd,sup [cm]	lb,min [cm]	Asl,min [cm2]	Asl,max [cm2]	As,ix+ [cm2]	As,iy+ [cm2]	As,ix- [cm2]	As,iy- [cm2]	As,ix+ [cm2]	As,iy+ [cm2]	As,ix- [cm2]	As,iy- [cm2]
1La1	424	5,47	1,10	1,65	32	19,2	72	43,2	2,16	80,00	2,40	2,85	3,25	6,48	2,40	2,85	3,25	6,48
1La2	450	5,47	1,10	1,65	32	19,2	72	43,2	2,16	80,00	1,35	1,92	3,06	6,82	2,16	2,16	3,06	6,82
1La3	394	5,47	1,10	1,65	32	19,2	72	43,2	2,16	80,00	1,64	1,99	2,20	6,76	2,16	2,16	2,20	6,76
1La4	393	3,75	0,75	1,15	32	19,2	60	36	2,16	80,00	1,47	1,21	2,38	4,89	2,16	2,16	2,38	4,89
1La5	389	6,00	1,20	1,80	32	19,2	96	57,6	2,16	80,00	2,92	7,07	5,12	13,63	2,92	7,07	5,12	13,63
2La1	391	3,75	0,75	1,15	32	19,2	48	28,8	2,16	80,00	1,60	2,88	3,75	2,90	2,16	2,88	3,75	2,90
2La1	392	3,68	0,75	1,10	32	19,2	60	36	2,16	80,00	0,85	1,43	4,95	2,81	2,16	2,16	4,95	2,81
2La1	395	5,42	1,10	1,65	32	19,2	60	36	2,16	80,00	2,22	1,75	4,86	3,51	2,22	2,16	4,86	3,51
2La1	398	6,20	1,25	1,90	32	19,2	72	43,2	2,16	80,00	2,07	2,80	4,76	9,18	2,16	2,80	4,76	9,18
2La1	399	3,61	0,75	1,10	32	19,2	48	28,8	2,16	80,00	1,07	1,39	1,95	3,06	2,16	2,16	2,16	3,06
2La1	400	7,25	1,45	2,20	40	24	60	36	2,16	80,00	5,22	2,79	5,02	7,28	5,22	2,79	5,02	7,28
2La1	401	5,47	1,10	1,65	32	19,2	48	28,8	2,16	80,00	2,04	2,47	4,57	3,17	2,16	2,47	4,57	3,17
2La1	409	6,74	1,35	2,05	32	19,2	72	43,2	2,16	80,00	3,78	2,77	7,37	2,45	3,78	2,77	7,37	2,45
2La1	425	4,55	0,95	1,40	32	19,2	48	28,8	2,16	80,00	1,28	1,81	2,38	2,73	2,16	2,16	2,38	2,73
2La1	426	5,47	1,10	1,65	32	19,2	48	28,8	2,16	80,00	1,82	2,11	2,43	2,92	2,16	2,16	2,43	2,92
2La1	427	5,14	1,05	1,55	32	19,2	48	28,8	2,16	80,00	1,74	1,85	2,47	3,43	2,16	2,16	2,47	3,43
2La1	428	4,55	0,95	1,40	32	19,2	48	28,8	2,16	80,00	1,13	1,48	2,51	3,36	2,16	2,16	2,51	3,36
2La1	429	6,20	1,25	1,90	32	19,2	96	57,6	2,16	80,00	2,68	1,90	11,85	9,65	2,68	2,16	11,85	9,65
2La1	430	3,75	0,75	1,15	32	19,2	48	28,8	2,16	80,00	1,72	1,08	2,06	1,69	2,16	2,16	2,16	2,16
2La1	431	1,88	0,40	0,60	32	19,2	48	28,8	2,16	80,00	0,40	0,14	1,18	1,64	2,16	2,16	2,16	2,16
2La1	433	5,33	1,10	1,60	32	19,2	96	57,6	2,16	80,00	1,94	5,70	6,96	16,64	2,16	5,70	6,96	16,64
2La1	434	5,47	1,10	1,65	32	19,2	60	36	2,16	80,00	2,56	2,64	4,98	1,32	2,56	2,64	4,98	2,16
2La1	435	5,28	1,10	1,60	32	19,2	60	36	2,16	80,00	2,57	2,44	5,93	1,29	2,57	2,44	5,93	2,16
2La1	436	5,00	1,00	1,50	32	19,2	48	28,8	2,16	80,00	2,16	2,47	3,95	3,14	2,16	2,47	3,95	3,14
2La1	437	4,20	0,85	1,30	32	19,2	48	28,8	2,16	80,00	1,61	1,62	1,63	2,86	2,16	2,16	2,16	2,86
2La1	438	4,20	0,85	1,30	32	19,2	48	28,8	2,16	80,00	1,67	1,78	2,27	2,32	2,16	2,16	2,27	2,32
2La1	439	4,20	0,85	1,30	32	19,2	48	28,8	2,16	80,00	1,59	1,36	2,19	3,48	2,16	2,16	2,19	3,48
2La1	440	5,81	1,20	1,75	32	19,2	48	28,8	2,16	80,00	2,74	3,10	2,86	3,94	2,74	3,10	2,86	3,94
2La1	442	6,20	1,25	1,90	32	19,2	72	43,2	2,16	80,00	3,56	2,08	8,52	4,79	3,56	2,16	8,52	4,79
2La1	455	5,42	1,10	1,65	32	19,2	48	28,8	2,16	80,00	2,86	1,72	9,50	3,00	2,86	2,16	9,50	3,00
2La2	432	4,32	0,90	1,30	32	19,2	48	28,8	2,16	80,00	0,62	0,24	1,16	1,31	2,16	2,16	2,16	2,16
2La2	444	4,32	0,90	1,30	32	19,2	60	36	2,16	80,00	3,50	1,10	5,95	5,95	3,50	2,16	5,95	5,95
3La1	517	6,00	1,20	1,80	32	19,2	60	36	1,49	60,00	1,14	1,67	4,94	4,18	1,49	1,67	4,94	4,18
3La1	390	6,00	1,20	1,80	32	19,2	48	28,8	1,49	60,00	1,84	2,38	6,52	3,36	1,84	2,38	6,52	3,36
3La1S	441	6,00	1,20	1,80	32	19,2	72	43,2	1,49	60,00	1,27	4,03	4,46	8,26	1,49	4,03	4,46	8,26
3La1S	423	6,00	1,20	1,80	32	19,2	48	28,8	1,49	60,00	1,79	1,57	3,94	2,69	1,79	1,57	3,94	2,69
4La1	443	1,47	0,30	0,45	32	19,2	48	28,8	1,08	48,00	0,20	0,40	0,46	0,83	1,08	1,08	1,08	1,08
4La1	445	5,70	1,15	1,75	40	24	72	43,2	1,08	48,00	5,39	1,67	6,74	4,23	5,39	1,67	6,74	4,23
4La1	446	5,70	1,15	1,75	32	19,2	48	28,8	1,08	48,00	4,01	2,15	6,72	3,54	4,01	2,15	6,72	3,54
4La1	447	1,47	0,30	0,45	32	19,2	48	28,8	1,08	48,00	0,18	0,23	0,42	1,17	1,08	1,08	1,08	1,17
4La1	448	5,70	1,15	1,75	32	19,2	48	28,8	1,08	48,00	3,90	2,02	6,86	3,71	3,90	2,02	6,86	3,71
4La1	449	4,32	0,90	1,30	32	19,2	48	28,8	1,08	48,00	2,36	0,98	6,29	2,21	2,36	1,08	6,29	2,21

Secção	Painel	Solução para As, lx+ Armadura Inferior // Ly				Solução para As, ly+ Armadura Inferior // Lx				Solução para As, lx- Armadura superior // Ly				Solução para As, ly- Armadura superior // Lx				Armadura de distribuição Armadura superior // Lx				Armadura de distribuição Armadura superior // Ly			
		diâmetro [mm]	esp./ varões	Asl [cm2/m]		diâmetro [mm]	esp./ varões	Asl [cm2/m]		diâmetro [mm]	esp./ varões	Asl [cm2/m]		diâmetro [mm]	esp./ varões	Asl [cm2/m]		diâmetro [mm]	esp./ varões	Asl [cm2/m]		diâmetro [mm]	esp./ varões	Asl [cm2/m]	
1La1	424	8	20	2,51		8	17,5	2,87		8	15	3,35		12	15	7,54		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
1La2	450	8	22,5	2,23		8	22,5	2,23		8	15	3,35		12	15	7,54		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
1La3	394	8	22,5	2,23		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23		12	15	7,54		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
1La4	393	8	22,5	2,23		8	22,5	2,23		8	20	2,51		10	15	5,24		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
1La5	389	8	15	3,35		12	15	7,54		10	15	5,24		16	12,5	16,08		8	22,5	2,23		8	15	3,35	
2La1	391	8	22,5	2,23		8	15	3,35		8	12,5	4,02		8	15	3,35		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
2La1	392	8	22,5	2,23		8	22,5	2,23		8	10	5,03		10	27,5	2,86		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
2La1	395	8	22,5	2,23		8	22,5	2,23		8	10	5,03		10	20	3,93		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
2La1	398	8	22,5	2,23		8	17,5	2,87		10	15	5,24		12	10	11,31		8	22,5	2,23		8	20	2,51	
2La1	399	8	22,5	2,23		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23		8	15	3,35		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
2La1	400	10	15	5,24		8	17,5	2,87		8	10	5,03		10	10	7,85		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
2La1	401	8	22,5	2,23		8	20	2,51		8	10	5,03		8	15	3,35		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
2La1	409	8	12,5	4,02		8	17,5	2,87		10	10	7,85		12	30	3,77		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
2La1	425	8	22,5	2,23		8	22,5	2,23		8	20	2,51		8	17,5	2,87		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
2La1	426	8	22,5	2,23		8	22,5	2,23		8	20	2,51		8	15	3,35		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
2La1	427	8	22,5	2,23		8	22,5	2,23		8	20	2,51		8	12,5	4,02		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
2La1	428	8	22,5	2,23		8	22,5	2,23		8	20	2,51		8	12,5	4,02		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
2La1	429	8	17,5	2,87		8	22,5	2,23		16	15	13,40		16	20	10,05		8	17,5	2,87		8	22,5	2,23	
2La1	430	8	22,5	2,23		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
2La1	431	8	22,5	2,23		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
2La1	433	8	22,5	2,23		10	12,5	6,28		12	15	7,54		16	10	20,11		8	22,5	2,23		8	12,5	4,02	
2La1	434	8	17,5	2,87		8	17,5	2,87		8	10	5,03		10	30	2,62		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
2La1	435	8	17,5	2,87		8	20	2,51		10	12,5	6,28		10	30	2,62		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
2La1	436	8	22,5	2,23		8	20	2,51		8	12,5	4,02		8	15	3,35		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
2La1	437	8	22,5	2,23		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23		8	17,5	2,87		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
2La1	438	8	22,5	2,23		8	22,5	2,23		8	20	2,51		8	20	2,51		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
2La1	439	8	22,5	2,23		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23		8	12,5	4,02		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
2La1	440	8	17,5	2,87		8	15	3,35		8	17,5	2,87		8	12,5	4,02		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
2La1	442	8	12,5	4,02		8	22,5	2,23		12	12,5	9,05		12	22,5	5,03		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
2La1	455	8	17,5	2,87		8	22,5	2,23		16	20	10,05		8	15	3,35		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
2La2	432	8	22,5	2,23		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
2La2	444	8	12,5	4,02		8	22,5	2,23		10	12,5	6,28		10	12,5	6,28		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
3La1	517	8	30	1,68		8	30	1,68		10	15	5,24		10	17,5	4,49		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
3La1	390	8	25	2,01		8	20	2,51		12	15	7,54		8	12,5	4,02		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
3La1S	441	8	30	1,68		10	17,5	4,49		10	17,5	4,49		12	12,5	9,05		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
3La1S	423	8	27,5	1,83		8	30	1,68		8	12,5	4,02		8	17,5	2,87		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
4La1	443	8	30	1,68		8	30	1,68		8	30	1,68		8	30	1,68		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
4La1	445	10	12,5	6,28		8	30	1,68		10	10	7,85		12	25	4,52		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
4La1	446	8	12,5	4,02		8	22,5	2,23		12	15	7,54		8	12,5	4,02		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
4La1	447	8	30	1,68		8	30	1,68		8	30	1,68		8	30	1,68		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
4La1	448	8	12,5	4,02		8	22,5	2,23		12	15	7,54		8	12,5	4,02		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	
4La1	449	8	20	2,51		8	30	1,68		12	17,5	6,46		12	22,5	2,23		8	22,5	2,23		8	22,5	2,23	





Seção	Barra	L [m]	b [m]	h [m]	d [m]
2VHB	334	4,20	0,25	0,60	0,54
2VHB	335	4,20	0,25	0,60	0,54
2VHB	231	5,81	0,25	0,60	0,54
2VHC2	218	2,64	0,25	0,80	0,74
2VHC	230	2,90	0,25	0,60	0,54
2VHC	368	5,60	0,25	0,60	0,54
2VHC	369	5,02	0,25	0,60	0,54
2VHC	371	5,47	0,25	0,60	0,54
2VHC	372	1,47	0,25	0,60	0,54
2VHD1	139	3,68	0,30	0,90	0,84
2VHD1	140	8,97	0,30	0,90	0,84
2VHD2	382	5,87	0,25	0,65	0,59
2VHD2	383	5,47	0,25	0,65	0,59
2VHD	374	1,47	0,25	0,50	0,44
2VHD	376	4,75	0,25	0,50	0,44
2VHD	377	4,75	0,25	0,50	0,44
2VHD	378	4,75	0,25	0,50	0,44
2VHD	379	4,75	0,25	0,50	0,44
2VHE1	142	5,87	0,25	0,65	0,59
2VHE1	145	5,47	0,25	0,65	0,59
2VHE	138	6,45	0,25	0,90	0,84
2VHE	146	6,20	0,25	0,90	0,84
2VHE	180	1,48	0,25	0,90	0,84
2VHF1	154	6,45	0,25	0,80	0,74
2VHF2	157	5,87	0,25	0,65	0,59
2VHF2	158	5,87	0,25	0,65	0,59
2VHF2	159	5,47	0,25	0,65	0,59
2VHF2	160	5,47	0,25	0,65	0,59
2VHF2	217	2,64	0,25	0,65	0,59
2VHF	151	6,20	0,25	0,50	0,44
2VHF	162	6,20	0,25	0,50	0,44
2VHG1	167	4,88	0,25	0,65	0,59
2VHG1	168	5,05	0,25	0,65	0,59
2VHG1	169	5,00	0,25	0,65	0,59
2VHG1	170	2,63	0,25	0,65	0,59
2VHG1	171	1,83	0,25	0,65	0,59
2VHG	211	4,75	0,20	0,40	0,34
2VHG	213	4,75	0,20	0,40	0,34
2VHG	214	4,75	0,20	0,40	0,34
2WA1	136	5,68	0,25	0,65	0,59
2WA1	147	5,70	0,25	0,65	0,59
2WA1	165	5,67	0,25	0,65	0,59

Myy+	Myy-	u+	u-	w+	w-
[kN.m]	[kN.m]	[-]	[-]	[-]	[-]
26,12	43,53	0,021	0,036	0,022	0,036
16,41	43,56	0,013	0,036	0,014	0,036
57,48	70,08	0,047	0,058	0,048	0,059
0,00	33,80	0,000	0,015	0,000	0,015
10,39	48,46	0,009	0,040	0,009	0,041
38,09	78,48	0,031	0,064	0,032	0,067
31,32	73,78	0,026	0,061	0,026	0,063
41,83	82,66	0,034	0,068	0,035	0,070
8,78	9,94	0,007	0,008	0,007	0,008
11,69	274,05	0,003	0,078	0,003	0,081
254,48	315,17	0,072	0,089	0,075	0,094
67,31	115,49	0,046	0,079	0,047	0,083
76,71	124,35	0,053	0,086	0,054	0,090
13,10	19,30	0,016	0,024	0,016	0,024
19,25	41,85	0,024	0,052	0,024	0,053
19,76	46,18	0,024	0,057	0,025	0,059
22,76	40,03	0,028	0,050	0,029	0,051
10,69	88,43	0,013	0,109	0,013	0,116
59,74	108,92	0,041	0,075	0,042	0,078
73,50	117,65	0,051	0,081	0,052	0,085
146,32	206,31	0,050	0,070	0,051	0,073
86,64	192,53	0,029	0,065	0,030	0,068
63,32	154,62	0,021	0,052	0,022	0,054
140,78	113,61	0,062	0,050	0,064	0,051
62,81	81,94	0,043	0,056	0,044	0,058
58,47	73,45	0,040	0,051	0,041	0,052
49,21	95,64	0,034	0,066	0,034	0,068
32,70	90,30	0,023	0,062	0,023	0,064
12,93	42,75	0,009	0,029	0,009	0,030
33,04	56,18	0,041	0,070	0,042	0,072
19,59	52,15	0,024	0,065	0,025	0,067
15,61	36,59	0,011	0,025	0,011	0,026
3,58	39,63	0,002	0,027	0,002	0,028
43,44	55,15	0,030	0,038	0,030	0,039
3,70	33,99	0,003	0,023	0,003	0,024
5,13	24,56	0,004	0,017	0,004	0,017
1,87	10,55	0,005	0,027	0,005	0,028
4,61	12,89	0,012	0,033	0,012	0,034
3,41	12,90	0,009	0,033	0,009	0,034
36,34	114,16	0,025	0,079	0,025	0,082
41,72	96,24	0,029	0,066	0,029	0,069
45,39	88,68	0,031	0,061	0,032	0,063

Sem armadura minima	Asl+	Asl-
	[cm2]	[cm2]
	1,12	1,89
	0,70	1,89
	2,51	3,07
	0,00	1,06
	0,44	2,11
	1,65	3,46
	1,35	3,24
	1,81	3,65
	0,38	0,42
	0,32	7,82
	7,23	9,05
	2,69	4,69
	3,07	5,07
	0,69	1,02
	1,02	2,25
	1,05	2,49
	1,21	2,15
	0,56	4,91
	2,38	4,42
	2,94	4,79
	4,11	5,86
	2,41	5,45
	1,75	4,35
	4,52	3,62
	2,50	3,29
	2,33	2,94
	1,95	3,86
	1,29	3,64
	0,51	1,69
	1,76	3,04
	1,04	2,82
	0,61	1,44
	0,14	1,57
	1,72	2,19
	0,14	1,34
	0,20	0,97
	0,13	0,72
	0,31	0,89
	0,23	0,89
	1,43	4,64
	1,65	3,88
	1,80	3,57

Com armadura mínima	AsI+ [cm2]	AsI- [cm2]
	1.83	1.89
	1.83	1.89
	2.51	3.07
	2.50	2.50
	1.83	2.11
	1.83	3.46
	1.83	3.24
	1.83	3.65
	1.83	1.83
	3.41	7.82
	7.23	9.05
	2.69	4.69
	3.07	5.07
	1.49	1.49
	1.49	2.25
	1.49	2.49
	1.49	2.15
	1.49	4.91
	2.38	4.42
	2.94	4.79
	4.11	5.86
	2.84	5.45
	2.84	4.35
	4.52	3.62
	2.50	3.29
	2.33	2.94
	1.99	3.86
	1.99	3.64
	1.99	1.99
	1.76	3.04
	1.49	2.82
	1.99	1.99
	1.99	1.99
	1.99	2.19
	1.99	1.99
	1.99	1.99
	0.92	0.92
	0.92	0.92
	0.92	0.92
	1.99	4.64
	1.99	3.88
	1.99	3.57



Seção	Barra	L [m]	b [m]	h [m]	d [m]
2VWH	134	3,61	0,25	0,70	0,64
2VWH	135	3,75	0,25	0,70	0,64
2VWH	344	6,74	0,25	0,70	0,64
2VWH	385	6,20	0,25	0,70	0,64
3VHA	221	8,45	0,20	0,40	0,34
3VHA	222	4,20	0,20	0,40	0,34
3VHA	223	4,20	0,20	0,40	0,34
3VHA	224	4,20	0,20	0,40	0,34
3VHA	225	7,65	0,20	0,40	0,34
3VHA	226	7,25	0,20	0,40	0,34
3VHA	227	7,90	0,20	0,40	0,34
3VHA	228	7,90	0,20	0,40	0,34
3VHA	229	6,00	0,20	0,40	0,34
3VHA	255	6,00	0,20	0,40	0,34
3VHC	305	6,00	0,25	1,20	1,14
3VHC	307	8,45	0,25	1,20	1,14
3VHC	308	4,20	0,25	1,20	1,14
3VHC	312	4,20	0,25	1,20	1,14
3VHC	313	4,20	0,25	1,20	1,14
3VHC	314	7,25	0,25	1,20	1,14
3VHC	316	6,00	0,25	1,20	1,14
3VHC	326	7,65	0,25	1,20	1,14
3VHC	485	7,90	0,25	1,20	1,14
3VHC	486	7,90	0,25	1,20	1,14
3VHD2	330	6,00	0,25	1,10	1,04
3VVB2	516	3,76	0,25	0,70	0,64
3VVC	331	6,74	0,20	0,40	0,34
3VVC	352	1,87	0,20	0,40	0,34
3VVD2	251	0,34	0,20	0,40	0,34
3VWH2	130	4,55	0,30	0,70	0,64
3VWH2	131	6,20	0,30	0,70	0,64
3VWH2	387	3,75	0,30	0,70	0,64
3VWH2	388	3,61	0,30	0,70	0,64
3VWH2	507	5,14	0,30	0,70	0,64
3VWH	329	6,74	0,20	0,40	0,34
3VVI	298	3,76	0,25	0,65	0,59
4VHA	195	2,90	0,25	0,65	0,59
4VHA	196	1,47	0,25	0,65	0,59
4VHA	197	5,48	0,25	0,65	0,59
4VHA	198	5,03	0,25	0,65	0,59
4VHA	199	5,60	0,25	0,65	0,59
4VHB1	189	1,47	0,25	0,70	0,64
4VHB	185	4,75	0,30	1,50	1,44
4VHB	186	4,75	0,30	1,50	1,44
4VHB	187	4,75	0,30	1,50	1,44

M <sub>WV+</sub> [kN.m]	M <sub>WV-</sub> [kN.m]	u+ [-]	u- [-]	w+ [-]	w- [-]	Asl,max [cm2]	Asl,min [cm2]	Asl,max [cm2]
12,53	44,35	0,007	0,026	0,007	0,026	2,16	2,16	64,00
19,36	21,15	0,011	0,012	0,011	0,012	2,16	2,16	64,00
54,16	71,32	0,032	0,042	0,032	0,043	2,16	2,16	64,00
37,91	62,48	0,022	0,037	0,022	0,037	2,16	2,16	64,00
1,72	8,81	0,004	0,023	0,004	0,023	0,92	0,92	27,20
4,98	5,53	0,013	0,014	0,013	0,014	0,92	0,92	27,20
4,04	5,86	0,010	0,015	0,011	0,015	0,92	0,92	27,20
3,59	6,10	0,009	0,016	0,009	0,016	0,92	0,92	27,20
6,41	13,63	0,017	0,035	0,017	0,036	0,92	0,92	27,20
20,12	16,53	0,052	0,043	0,054	0,044	0,92	0,92	27,20
8,00	13,45	0,021	0,035	0,021	0,035	0,92	0,92	27,20
6,86	12,58	0,018	0,033	0,018	0,033	0,92	0,92	27,20
16,66	13,83	0,043	0,036	0,044	0,036	0,92	0,92	27,20
17,79	11,65	0,046	0,030	0,047	0,031	0,92	0,92	27,20
84,18	104,17	0,016	0,019	0,016	0,019	3,85	3,85	114,00
54,65	126,53	0,010	0,023	0,010	0,024	3,85	3,85	114,00
11,04	62,95	0,002	0,012	0,002	0,012	3,85	3,85	114,00
6,60	58,22	0,001	0,011	0,001	0,011	3,85	3,85	114,00
20,42	42,81	0,004	0,008	0,004	0,008	3,85	3,85	114,00
11,86	167,92	0,002	0,031	0,002	0,031	3,85	3,85	114,00
55,51	168,56	0,010	0,031	0,010	0,032	3,85	3,85	114,00
50,94	89,79	0,009	0,017	0,009	0,017	3,85	3,85	114,00
130,87	187,28	0,024	0,035	0,024	0,035	3,85	3,85	114,00
125,83	215,58	0,023	0,040	0,023	0,041	3,85	3,85	114,00
114,90	18,65	0,025	0,004	0,026	0,004	3,52	3,52	104,00
17,75	8,13	0,010	0,005	0,010	0,005	2,16	2,16	64,00
19,97	59,37	0,052	0,154	0,053	0,168	0,92	0,92	27,20
0,32	19,98	0,001	0,052	0,001	0,053	0,92	0,92	27,20
2,23	16,47	0,006	0,043	0,006	0,044	0,92	0,92	27,20
16,05	42,81	0,008	0,021	0,008	0,021	2,60	2,60	76,80
39,50	59,75	0,019	0,029	0,019	0,030	2,60	2,60	76,80
31,37	17,66	0,015	0,009	0,015	0,009	2,60	2,60	76,80
11,86	41,39	0,006	0,020	0,006	0,020	2,60	2,60	76,80
26,17	50,61	0,013	0,025	0,013	0,025	2,60	2,60	76,80
17,78	33,39	0,046	0,086	0,047	0,091	0,92	0,92	27,20
26,37	21,11	0,018	0,015	0,018	0,015	1,99	1,99	59,00
2,94	24,36	0,002	0,017	0,002	0,017	1,99	1,99	59,00
0,83	9,58	0,001	0,007	0,001	0,007	1,99	1,99	59,00
22,65	41,23	0,016	0,028	0,016	0,029	1,99	1,99	59,00
11,62	46,68	0,008	0,032	0,008	0,033	1,99	1,99	59,00
31,82	42,75	0,022	0,029	0,022	0,030	1,99	1,99	59,00
0,00	17,76	0,000	0,010	0,000	0,010	2,16	2,16	64,00
90,30	60,89	0,009	0,006	0,009	0,006	5,84	5,84	172,80
85,70	69,46	0,008	0,007	0,008	0,007	5,84	5,84	172,80
89,36	77,51	0,009	0,007	0,009	0,007	5,84	5,84	172,80

Sem armadura mínima	Asi+ [cm2]		Asi- [cm2]
	0,45	0,70	1,61
	0,70	1,98	0,76
	1,38	2,29	2,62
	0,12	0,34	0,60
	0,27	0,38	0,38
	0,27	0,40	0,40
	0,24	0,44	0,42
	1,40	1,40	0,94
	0,55	0,47	1,14
	0,47	1,15	0,93
	1,23	0,86	0,92
	1,71	0,95	0,92
	1,11	1,23	0,80
	0,22	1,15	2,12
	0,13	1,28	1,18
	0,41	0,87	1,83
	0,24	1,03	3,84
	1,13	2,67	4,44
	0,27	2,57	0,41
	0,64	2,57	0,29
	1,39	0,02	4,38
	0,15	0,02	1,39
	0,58	0,15	1,14
	1,43	0,58	1,55
	1,14	1,23	2,18
	0,43	1,14	0,64
	0,95	0,43	1,50
	1,23	0,95	1,84
	1,04	1,23	2,36
	0,11	1,04	0,83
	0,03	0,11	0,96
	0,89	0,03	1,63
	0,45	0,89	1,85
	1,25	0,45	1,69
	0,00	1,25	0,64
	1,45	0,00	0,97
	1,37	1,45	1,11
	1,43	1,37	1,24

Com armadura mínima	Asi+ [cm2]		Asi- [cm2]
	2,16	2,16	2,16
	2,16	2,16	2,16
	2,16	2,16	2,29
	0,92	0,92	0,92
	0,92	0,92	0,92
	0,92	0,92	0,92
	0,92	0,92	0,92
	0,92	0,92	0,94
	1,40	1,40	1,14
	0,92	0,92	0,93
	0,92	0,92	0,92
	1,15	1,15	0,95
	1,23	1,23	0,92
	3,85	3,85	3,85
	3,85	3,85	3,85
	3,85	3,85	3,85
	3,85	3,85	3,85
	3,85	3,85	3,85
	3,85	3,85	3,85
	3,85	3,85	4,44
	3,52	3,52	3,52
	2,16	2,16	2,16
	1,39	1,39	4,38
	0,92	0,92	1,39
	0,92	0,92	1,14
	2,60	2,60	2,60
	2,60	2,60	2,60
	2,60	2,60	2,60
	2,60	2,60	2,60
	1,23	1,23	2,36
	1,99	1,99	1,99
	1,99	1,99	1,99
	1,99	1,99	1,99
	1,99	1,99	1,99
	2,16	2,16	2,16
	5,84	5,84	5,84
	5,84	5,84	5,84

Seção	Barra	L [m]	b [m]	h [m]	d [m]							Sem armadura minima		Com armadura minima	
						Myy+	Myy-	u+	u-	w+	w-	Asl,min [cm2]	Asl,max [cm2]	Asl+ [cm2]	Asl- [cm2]
4VHB	188	4,75	0,30	1,50	1,44	91,45	55,78	0,009	0,005	0,009	0,005	5,84	172,80	1,47	0,89
4VHC1	191	1,47	0,30	1,50	1,44	59,31	524,85	0,006	0,051	0,006	0,052	5,84	172,80	0,95	8,60
4VHE	176	4,75	0,25	0,80	0,74	35,58	80,92	0,016	0,035	0,016	0,036	2,50	74,00	1,11	2,56
4VHE	177	4,75	0,25	0,80	0,74	20,62	83,63	0,009	0,037	0,009	0,037	2,50	74,00	0,64	2,65
4VHE	178	4,75	0,25	0,80	0,74	31,43	42,01	0,014	0,018	0,014	0,019	2,50	74,00	0,98	1,32
4VHE	179	4,75	0,25	0,80	0,74	38,93	62,06	0,017	0,027	0,017	0,028	2,50	74,00	1,22	1,95
4VVA	181	4,32	0,25	0,70	0,64	14,23	48,00	0,008	0,028	0,008	0,028	2,16	64,00	0,51	1,75
4VVA	182	5,68	0,25	0,70	0,64	24,16	34,93	0,014	0,020	0,014	0,021	2,16	64,00	0,87	1,27
4VVA	183	5,70	0,25	0,70	0,64	20,00	27,61	0,012	0,016	0,012	0,016	2,16	64,00	0,72	1,00
4VVA	184	5,68	0,25	0,70	0,64	49,81	44,66	0,029	0,026	0,030	0,026	2,16	64,00	1,82	1,63
4VVB	192	5,67	0,25	0,70	0,64	35,17	58,15	0,021	0,034	0,021	0,035	2,16	64,00	1,28	2,13
4VVB	194	4,32	0,25	0,70	0,64	20,67	73,93	0,012	0,043	0,012	0,044	2,16	64,00	0,75	2,72
4VVB	200	5,70	0,25	0,70	0,64	27,59	59,98	0,016	0,035	0,016	0,036	2,16	64,00	1,00	2,19
4VVB	201	5,68	0,25	0,70	0,64	48,94	52,48	0,029	0,031	0,029	0,031	2,16	64,00	1,78	1,91
4VVC	190	5,67	0,25	0,50	0,44	10,31	26,20	0,013	0,032	0,013	0,033	1,49	44,00	0,54	1,39
4VVC	193	4,33	0,25	0,50	0,44	9,04	10,97	0,011	0,014	0,011	0,014	1,49	44,00	0,47	0,58
4VHC	258	19,00	0,35	1,70	1,64	1178,60	567,86	0,075	0,036	0,078	0,037	7,76	229,60	17,19	8,11
4VHD	259	19,00	0,35	1,70	1,64	1090,27	186,13	0,069	0,012	0,072	0,012	7,76	229,60	15,85	2,62

Seção	Barra	Armadura Inferior				Armadura Superior						Armadura Final					
		diâmetro [mm]	nº de varões	Asl [cm2]	ds [cm]	diâmetro [mm]	nº de varões	Asl,1 [cm2]	diâmetro [mm]	nº de varões	Asl,2 [cm2]	Asl,tot [cm2]	ds [cm]	lb,d,inf [cm]	lb,d,sup [cm]	lb,min [cm]	
1VHA	264	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	1	2,01	3,58	4,10	40	96	57,6	
1VHA	265	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	1	2,01	3,58	4,10	40	96	57,6	
1VHB	278	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	2,20	40	96	57,6	
1VHC	279	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	2,20	40	96	57,6	
1VHD	280	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	2,20	40	96	57,6	
1VHD	281	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	2,20	40	96	57,6	
1VHH	271	10	5	3,93	2,95	10	2	1,57	16	1	2,01	3,58	6,60	40	96	57,6	
1VHH	506	10	5	3,93	2,95	10	2	1,57	16	1	2,01	3,58	6,60	40	96	57,6	
1VVA	266	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	1	2,01	3,58	4,10	40	96	57,6	
1VVA	267	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	1	2,01	3,58	4,10	40	96	57,6	
1VVA	268	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	1	2,01	3,58	4,10	40	96	57,6	
1VVA	269	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	1	2,01	3,58	4,10	40	96	57,6	
1VVA	303	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	1	2,01	3,58	4,10	40	96	57,6	
1VVB	272	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	1	2,01	3,58	4,10	40	96	57,6	
1VVB	273	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	1	2,01	3,58	4,10	40	96	57,6	
1VVB	275	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	2,20	40	96	57,6	
1VVB	276	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	20	2	6,28	7,85	1,93	40	24	120	72
1VVB	277	16	3	6,03	3,50	10	2	1,57	20	2	6,28	7,85	1,93	64	38,4	120	72
1VVC	260	12	4	4,52	2,33	10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	2,20	48	28,8	96	57,6
1VVC	261	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	2,20	40	24	96	57,6
1VVC	262	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	1	2,01	3,58	4,10	40	24	96	57,6
1VVC	263	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	1	2,01	3,58	4,10	40	24	96	57,6
2VHA1	487	20	4	12,57	2,93	10	0	0,00	20	3	9,42	9,42	5,40	80	48	120	72
2VHA1	488	20	4	12,57	2,93	10	2	1,57	10	0	0,00	1,57	14,80	80	48	60	36
2VHA1	489	20	4	12,57	2,93	10	2	1,57	10	0	0,00	1,57	14,80	80	48	60	36
2VHA1	491	20	4	12,57	2,93	10	0	0,00	20	3	9,42	9,42	5,40	80	48	120	72
2VHA	238	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	2,20	40	24	96	57,6
2VHA	239	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60	40	24	60	36
2VHA	240	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60	40	24	60	36
2VHA	241	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60	40	24	60	36
2VHA	242	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	2,20	40	24	96	57,6
2VHA	243	16	3	6,03	3,50	10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	2,20	64	38,4	96	57,6
2VHA	244	16	3	6,03	3,50	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60	64	38,4	60	36
2VHA	345	10	4	3,14	2,60	10	0	0,00	20	3	9,42	9,42	2,90	40	24	120	72
2VHB1	336	16	4	8,04	1,80	10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	2,20	64	38,4	96	57,6
2VHB1	338	16	4	8,04	1,80	10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	2,20	64	38,4	96	57,6
2VHB1	339	16	3	6,03	3,50	10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	2,20	64	38,4	96	57,6
2VHB2	340	12	4	4,52	2,33	10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	2,20	48	28,8	96	57,6
2VHB2	341	12	4	4,52	2,33	10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	2,20	48	28,8	96	57,6
2VHB2	342	12	4	4,52	2,33	10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	2,20	48	28,8	96	57,6
2VHB2	343	12	4	4,52	2,33	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60	48	28,8	60	36
2VHB	332	8	4	2,01	2,87	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60	32	19,2	60	36
2VHB	333	8	4	2,01	2,87	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60	32	19,2	60	36

Armadura Superior																	
Seção	Barra	Armadura Inferior				Armadura Construtiva				Armadura a somar				Armadura Final			
		diâmetro [mm]	nº de varões	Asl [cm2]	ds [cm]	diâmetro [mm]	nº de varões	Asl,1 [cm2]	diâmetro [mm]	nº de varões	Asl,2 [cm2]	Asl,tot [cm2]	ds [cm]	lb,inf [cm]	lb,min [cm]	lb,sup [cm]	lb,min [cm]
2VHB	334	8	4	2,01	2,87	10	2	1,57	10	1	0,79	2,36	4,40	32	19,2	60	36
2VHB	335	8	4	2,01	2,87	10	2	1,57	10	1	0,79	2,36	4,40	32	19,2	60	36
2VHB	231	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60	40	24	60	36
2VHC2	218	10	2	1,57	9,80	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60	40	24	60	36
2VHC	230	10	3	2,36	4,40	10	2	1,57	10	1	0,79	2,36	4,40	40	24	60	36
2VHC	368	10	3	2,36	4,40	10	2	1,57	12	2	2,26	3,83	2,47	40	24	72	43,2
2VHC	369	10	3	2,36	4,40	10	2	1,57	12	2	2,26	3,83	2,47	40	24	72	43,2
2VHC	371	10	3	2,36	4,40	10	2	1,57	12	2	2,26	3,83	2,47	40	24	72	43,2
2VHC	372	10	3	2,36	4,40	10	2	1,57	10	1	0,79	2,36	4,40	40	24	60	36
2VHD1	139	16	2	4,02	13,60	10	2	1,57	20	2	6,28	7,85	3,60	64	38,4	120	72
2VHD1	140	16	4	8,04	3,47	10	2	1,57	20	3	9,42	11,00	2,20	64	38,4	120	72
2VHD2	382	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	2,20	40	24	96	57,6
2VHD2	383	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	2,20	40	24	96	57,6
2VHD	374	10	3	2,36	4,40	10	2	1,57	10	1	0,79	2,36	4,40	40	24	60	36
2VHD	376	10	3	2,36	4,40	10	2	1,57	10	1	0,79	2,36	4,40	40	24	60	36
2VHD	377	10	3	2,36	4,40	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60	40	24	60	36
2VHD	378	10	3	2,36	4,40	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60	40	24	60	36
2VHD	379	10	3	2,36	4,40	10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	2,20	40	24	96	57,6
2VHE1	142	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	2,20	40	24	96	57,6
2VHE1	145	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	2,20	40	24	96	57,6
2VHE	138	12	4	4,52	2,33	10	0	0,00	20	2	6,28	6,28	7,80	48	28,8	120	72
2VHE	146	12	4	4,52	2,33	10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	2,20	48	28,8	96	57,6
2VHE	180	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	2,20	40	24	96	57,6
2VHF1	154	12	4	4,52	2,33	10	2	1,57	12	2	2,26	3,83	2,47	48	28,8	72	43,2
2VHF2	157	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	12	2	2,26	3,83	2,47	40	24	72	43,2
2VHF2	158	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	12	2	2,26	3,83	2,47	40	24	72	43,2
2VHF2	159	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	2,20	40	24	96	57,6
2VHF2	160	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	2,20	40	24	96	57,6
2VHF2	217	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	10	1	0,79	2,36	4,40	40	24	60	36
2VHF	151	10	3	2,36	4,40	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60	40	24	60	36
2VHF	162	10	3	2,36	4,40	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60	40	24	60	36
2VHG1	167	10	3	2,36	4,40	10	2	1,57	10	1	0,79	2,36	4,40	40	24	60	36
2VHG1	168	10	3	2,36	4,40	10	2	1,57	10	1	0,79	2,36	4,40	40	24	60	36
2VHG1	169	10	3	2,36	4,40	10	2	1,57	10	1	0,79	2,36	4,40	40	24	60	36
2VHG1	170	10	3	2,36	4,40	10	2	1,57	10	1	0,79	2,36	4,40	40	24	60	36
2VHG1	171	10	3	2,36	4,40	10	2	1,57	10	1	0,79	2,36	4,40	40	24	60	36
2VHG	211	8	3	1,51	2,20	10	2	1,57	10	0	0,00	1,57	4,80	32	19,2	60	36
2VHG	213	8	3	1,51	2,20	10	2	1,57	10	0	0,00	1,57	4,80	32	19,2	60	36
2VHG	214	8	3	1,51	2,20	10	2	1,57	10	0	0,00	1,57	4,80	32	19,2	60	36
2VVA1	136	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	2,20	40	24	96	57,6
2VVA1	147	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	2,20	40	24	96	57,6
2VVA1	165	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	12	2	2,26	3,83	2,47	40	24	72	43,2
2VVA1	380	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	2,20	40	24	96	57,6

Armadura Superior															
Seção	Barra	Armadura Inferior				Armadura Construtiva				Armadura a somar				Armadura Final	
		diâmetro [mm]	nº de varões	Asl [cm2]	ds [cm]	diâmetro [mm]	nº de varões	Asl,1 [cm2]	Asl,2 [cm2]	diâmetro [mm]	nº de varões	Asl,tot [cm2]	ds [cm]		
2VVA	205	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60	36	
2VVA	366	12	4	4,52	2,33	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60	48	
2VVB1	358	12	4	4,52	2,33	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60	48	
2VVB2	359	12	4	4,52	2,33	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60	48	
2VVB3	360	12	4	4,52	2,33	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60	48	
2VVB	357	16	3	6,03	3,50	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60	64	
2VVC1	149	8	4	2,01	2,87	10	2	1,57	12	2	2,26	3,83	2,47	32	
2VVC1	150	8	4	2,01	2,87	10	2	1,57	10	1	0,79	2,36	4,40	32	
2VVC1	161	8	4	2,01	2,87	10	2	1,57	10	1	0,79	2,36	4,40	32	
2VVC1	249	8	4	2,01	2,87	10	2	1,57	10	1	0,79	2,36	4,40	32	
2VVC1	373	8	4	2,01	2,87	10	2	1,57	10	1	0,79	2,36	4,40	32	
2VVC	137	8	4	2,01	2,87	10	2	1,57	10	1	0,79	2,36	4,40	32	
2VVC	148	8	4	2,01	2,87	10	2	1,57	10	1	0,79	2,36	4,40	32	
2VVC	166	8	4	2,01	2,87	10	2	1,57	10	1	0,79	2,36	4,40	32	
2VVC	375	8	4	2,01	2,87	10	2	1,57	10	1	0,79	2,36	4,40	32	
2VVD1	152	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	10	1	0,79	2,36	4,40	40	
2VVD1	153	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60	40	
2VVD1	163	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	10	1	0,79	2,36	4,40	40	
2VVD2	347	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60	40	
2VVD	367	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	2,20	40	
2VVD	141	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	2,20	40	
2VVE1	164	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	12	2	2,26	3,83	2,47	40	
2VVE1	175	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	10	1	0,79	2,36	4,40	40	
2VVE1	348	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	2,20	40	
2VVE1	381	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	12	2	2,26	3,83	2,47	40	
2VVE	219	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	12	2	2,26	3,83	2,47	40	
2VVE	245	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	12	2	2,26	3,83	2,47	40	
2VVE	246	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	12	2	2,26	3,83	2,47	40	
2VVE	247	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60	40	
2VVE	248	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60	40	
2VVE	346	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	12	2	2,26	3,83	2,47	40	
2VVF1	349	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	12	2	2,26	3,83	2,47	40	
2VVF	143	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	12	2	2,26	3,83	2,47	40	
2VVF	155	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	2,20	40	
2VVF	156	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60	40	
2VVF	174	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	10	1	0,79	2,36	4,40	40	
2VVG	144	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60	40	
2VVG	202	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	10	1	0,79	2,36	4,40	40	
2VVG	203	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60	40	
2VVG	204	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	12	2	2,26	3,83	2,47	40	
2VVG	350	10	4	3,14	2,60	10	0	0,00	20	3	9,42	9,42	2,90	40	
2VVG	384	10	4	3,14	2,60	10	0	0,00	20	3	9,42	9,42	2,90	40	
2VWH	132	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	10	1	0,79	2,36	4,40	40	
2VWH	133	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	10	1	0,79	2,36	4,40	40	

Cálculo das vigas do bloco 1 - parte 9 de 10

Seção	Barra	Armadura Inferior				Armadura Construtiva				Armadura a somar				Armadura Final	
		diâmetro [mm]	nº de varões	Asl [cm2]	ds [cm]	diâmetro [mm]	nº de varões	Asl,1 [cm2]		diâmetro [mm]	nº de varões	Asl,2 [cm2]	Asl,tot [cm2]	ds [cm]	
2V VH	134	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57		10	1	0,79	2,36	4,40	lb,inf [cm]
2V VH	135	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57		10	1	0,79	2,36	4,40	lb,min [cm]
2V VH	344	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57		10	2	1,57	3,14	2,60	lb,sup [cm]
2V VH	385	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57		10	1	0,79	2,36	4,40	lb,min [cm]
3V HA	221	8	3	1,51	2,20	10	2	1,57		10	0	0,00	1,57	4,80	lb,min [cm]
3V HA	222	8	3	1,51	2,20	10	2	1,57		10	0	0,00	1,57	4,80	lb,min [cm]
3V HA	223	8	3	1,51	2,20	10	2	1,57		10	0	0,00	1,57	4,80	lb,min [cm]
3V HA	224	8	3	1,51	2,20	10	2	1,57		10	0	0,00	1,57	4,80	lb,min [cm]
3V HA	225	8	3	1,51	2,20	10	2	1,57		10	0	0,00	1,57	4,80	lb,min [cm]
3V HA	226	8	3	1,51	2,20	10	2	1,57		10	0	0,00	1,57	4,80	lb,min [cm]
3V HA	227	8	3	1,51	2,20	10	2	1,57		10	0	0,00	1,57	4,80	lb,min [cm]
3V HA	228	8	3	1,51	2,20	10	2	1,57		10	0	0,00	1,57	4,80	lb,min [cm]
3V HA	229	8	3	1,51	2,20	10	2	1,57		10	0	0,00	1,57	4,80	lb,min [cm]
3V HA	255	8	3	1,51	2,20	10	2	1,57		10	0	0,00	1,57	4,80	lb,min [cm]
3V HC	305	12	4	4,52	2,33	10	2	1,57		16	2	4,02	5,59	2,20	lb,min [cm]
3V HC	307	12	4	4,52	2,33	10	2	1,57		16	2	4,02	5,59	2,20	lb,min [cm]
3V HC	308	12	4	4,52	2,33	10	2	1,57		16	2	4,02	5,59	2,20	lb,min [cm]
3V HC	312	12	4	4,52	2,33	10	2	1,57		16	2	4,02	5,59	2,20	lb,min [cm]
3V HC	313	12	4	4,52	2,33	10	2	1,57		16	2	4,02	5,59	2,20	lb,min [cm]
3V HC	314	12	4	4,52	2,33	10	2	1,57		16	2	4,02	5,59	2,20	lb,min [cm]
3V HC	316	12	4	4,52	2,33	10	2	1,57		16	2	4,02	5,59	2,20	lb,min [cm]
3V HC	326	12	4	4,52	2,33	10	2	1,57		16	2	4,02	5,59	2,20	lb,min [cm]
3V HC	485	12	4	4,52	2,33	10	2	1,57		16	2	4,02	5,59	2,20	lb,min [cm]
3V HC	486	12	4	4,52	2,33	10	2	1,57		16	2	4,02	5,59	2,20	lb,min [cm]
3V HD2	330	12	4	4,52	2,33	10	2	1,57		12	2	2,26	3,83	2,47	lb,min [cm]
3V VB2	516	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57		10	1	0,79	2,36	4,40	lb,min [cm]
3V VC	331	8	3	1,51	2,20	10	0	0,00		20	2	6,28	6,28	2,80	lb,min [cm]
3V VC	352	8	3	1,51	2,20	10	2	1,57		10	0	0,00	1,57	4,80	lb,min [cm]
3V VD2	251	8	3	1,51	2,20	10	2	1,57		10	0	0,00	1,57	4,80	lb,min [cm]
3V VH2	130	10	4	3,14	4,27	10	2	1,57		10	2	1,57	3,14	4,27	lb,min [cm]
3V VH2	131	10	4	3,14	4,27	10	2	1,57		10	2	1,57	3,14	4,27	lb,min [cm]
3V VH2	387	10	4	3,14	4,27	10	2	1,57		10	2	1,57	3,14	4,27	lb,min [cm]
3V VH2	388	10	4	3,14	4,27	10	2	1,57		10	2	1,57	3,14	4,27	lb,min [cm]
3V VH2	507	10	4	3,14	4,27	10	2	1,57		10	2	1,57	3,14	4,27	lb,min [cm]
3V VH	329	8	3	1,51	2,20	10	0	0,00		16	2	4,02	4,02	3,60	lb,min [cm]
3V VI	298	10	3	2,36	4,40	10	2	1,57		10	1	0,79	2,36	4,40	lb,min [cm]
4V HA	195	8	4	2,01	2,87	10	2	1,57		10	1	0,79	2,36	4,40	lb,min [cm]
4V HA	196	8	4	2,01	2,87	10	2	1,57		10	1	0,79	2,36	4,40	lb,min [cm]
4V HA	197	8	4	2,01	2,87	10	2	1,57		10	1	0,79	2,36	4,40	lb,min [cm]
4V HA	198	8	4	2,01	2,87	10	2	1,57		10	1	0,79	2,36	4,40	lb,min [cm]
4V HA	199	8	4	2,01	2,87	10	2	1,57		10	1	0,79	2,36	4,40	lb,min [cm]
4V HB1	189	10	3	2,36	4,40	10	2	1,57		10	2	1,57	3,14	2,60	lb,min [cm]
4V HB	185	16	3	6,03	6,00	10	2	1,57		16	3	6,03	7,60	2,50	lb,min [cm]
4V HB	186	16	3	6,03	6,00	10	2	1,57		16	3	6,03	7,60	2,50	lb,min [cm]
4V HB	187	16	3	6,03	6,00	10	2	1,57		20	2	6,28	7,85	3,60	lb,min [cm]



Armadura Superior																
Seção	Barra	Armadura Inferior				Armadura Construtiva			Armadura a somar			Armadura Final				
		diâmetro [mm]	nº de varões	Asl [cm2]	ds [cm]	diâmetro [mm]	nº de varões	Asl,1 [cm2]	diâmetro [mm]	nº de varões	Asl,2 [cm2]	Asl,tot [cm2]	ds [cm]			
4VHB	188	16	3	6,03	6,00	10	2	1,57	20	2	6,28	7,85	3,60			
4VHC1	191	16	3	6,03	6,00	10	3	2,36	20	2	6,28	8,64	2,45			
4VHE	176	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60			
4VHE	177	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60			
4VHE	178	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60			
4VHE	179	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60			
4VVA	181	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	10	1	0,79	2,36	4,40			
4VVA	182	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	10	1	0,79	2,36	4,40			
4VVA	183	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	10	1	0,79	2,36	4,40			
4VVA	184	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	10	1	0,79	2,36	4,40			
4VVB	192	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60			
4VVB	194	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60			
4VVB	200	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60			
4VVB	201	10	4	3,14	2,60	10	2	1,57	10	2	1,57	3,14	2,60			
4VVC	190	8	3	1,51	4,70	10	2	1,57	10	0	0,00	1,57	9,80			
4VVC	193	8	3	1,51	4,70	10	2	1,57	10	0	0,00	1,57	9,80			
4VHC	258	Armadura no anexo das vigas de 2 níveis					10	3	2,36	20	2	6,28	8,64	3,70		
4VHD	259						10	2	1,57	16	2	4,02	5,59	5,53		

	lbd,inf [cm]	lb,min [cm]	lbd,sup [cm]	lb,min [cm]
	64	38,4	120	72
	64	38,4	120	72
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36
	40	24	60	36

C 25/30 S 500	$f_{cd}$ $f_{yd}$	16700 kPa 435000 kPa		$f_{ctm}$ $f_{yk}$	2600 kPa 500000 kPa											
						Ved	$\theta$ [-]	Vrd,max [kN]	Asw/s [cm2/m]	St,max [m]	Sl,max [m]	diametro [mm]	nº de varões	Sl [cm]	Asw/s [cm2/m]	
1VHA	264	Barra	L [m]	b [m]	h [m]	d [m]	110,36	2,50	482,77	1,63	0,52	0,52	6	2	30	1,88
1VHA	265		5,47	0,25	0,75	0,69	88,73	2,50	482,77	1,31	0,52	0,52	6	2	30	1,88
1VHB	278		5,47	0,25	0,70	0,64	122,17	2,50	447,79	1,95	0,48	0,48	6	2	27,5	2,06
1VHC	279		5,47	0,25	0,65	0,59	102,26	2,50	412,81	1,77	0,44	0,44	6	2	30	1,88
1VHD	280		5,47	0,25	0,80	0,74	86,59	2,50	517,76	1,20	0,56	0,56	6	2	30	1,88
1VHD	281		5,47	0,25	0,80	0,74	96,69	2,50	517,76	1,33	0,56	0,56	6	2	30	1,88
1VHH	271		6,00	0,30	0,90	0,84	115,80	2,50	705,27	1,41	0,60	0,63	6	2	30	1,88
1VHH	506		3,47	0,30	0,90	0,84	47,17	2,50	705,27	0,57	0,60	0,63	6	2	30	1,88
1VVA	266		4,55	0,25	0,80	0,74	615,83	2,50	517,76	8,50	0,56	0,56	8	2	10	10,05
1VVA	267		5,14	0,25	0,80	0,74	68,09	2,50	517,76	0,94	0,56	0,56	6	2	30	1,88
1VVA	268		3,61	0,25	0,80	0,74	39,12	2,50	517,76	0,54	0,56	0,56	6	2	30	1,88
1VVA	269		3,75	0,25	0,80	0,74	45,07	2,50	517,76	0,62	0,56	0,56	6	2	30	1,88
1VVA	303		6,20	0,25	0,80	0,74	107,34	2,50	517,76	1,48	0,56	0,56	6	2	30	1,88
1VVB	272		3,75	0,25	0,80	0,74	120,47	2,50	517,76	1,66	0,56	0,56	6	2	30	1,88
1VVB	273		3,61	0,25	0,80	0,74	109,91	2,50	517,76	1,52	0,56	0,56	6	2	30	1,88
1VVB	275		5,14	0,25	0,80	0,74	211,68	2,50	517,76	2,92	0,56	0,56	6	2	17,5	3,23
1VVB	276		4,55	0,25	0,80	0,74	211,22	2,50	517,76	2,92	0,56	0,56	6	2	17,5	3,23
1VVB	277		6,20	0,25	0,80	0,74	301,90	2,50	517,76	4,17	0,56	0,56	6	2	12,5	4,52
1VVC	260		8,25	0,25	0,80	0,74	192,75	2,50	517,76	2,66	0,56	0,56	6	2	20	2,83
1VVC	261		5,75	0,25	0,80	0,74	141,14	2,50	517,76	1,95	0,56	0,56	6	2	27,5	2,06
1VVC	262		5,00	0,25	0,80	0,74	106,68	2,50	517,76	1,47	0,56	0,56	6	2	30	1,88
1VVC	263		4,25	0,25	0,80	0,74	104,18	2,50	517,76	1,44	0,56	0,56	6	2	30	1,88
2VHA1	487		2,64	0,25	1,80	1,74	339,88	2,50	1217,43	2,00	0,60	1,31	6	2	27,5	2,06
2VHA1	488		5,26	0,25	1,80	1,74	237,98	2,50	1217,43	1,40	0,60	1,31	6	2	30	1,88
2VHA1	489		2,43	0,25	1,80	1,74	59,65	2,50	1217,43	0,35	0,60	1,31	6	2	30	1,88
2VHA1	491		5,47	0,25	1,80	1,74	317,36	2,50	1217,43	1,86	0,60	1,31	6	2	30	1,88
2VHA	238		2,63	0,25	0,80	0,74	94,23	2,50	517,76	1,30	0,56	0,56	6	2	30	1,88
2VHA	239		5,01	0,25	0,80	0,74	100,74	2,50	517,76	1,39	0,56	0,56	6	2	30	1,88
2VHA	240		4,20	0,25	0,80	0,74	58,16	2,50	517,76	0,80	0,56	0,56	6	2	30	1,88
2VHA	241		4,20	0,25	0,80	0,74	44,11	2,50	517,76	0,61	0,56	0,56	6	2	30	1,88
2VHA	242		4,20	0,25	0,80	0,74	79,35	2,50	517,76	1,10	0,56	0,56	6	2	30	1,88
2VHA	243		5,81	0,25	0,80	0,74	143,57	2,50	517,76	1,98	0,56	0,56	6	2	27,5	2,06
2VHA	244		2,64	0,25	0,80	0,74	111,19	2,50	517,76	1,54	0,56	0,56	6	2	30	1,88
2VHA	345		7,25	0,25	0,80	0,74	157,37	2,50	517,76	2,17	0,56	0,56	6	2	25	2,26
2VHB1	336		5,02	0,25	1,20	1,14	148,99	2,50	797,63	1,34	0,60	0,86	6	2	30	1,88
2VHB1	338		2,63	0,25	1,20	1,14	91,68	2,50	797,63	0,82	0,60	0,86	6	2	30	1,88
2VHB1	339		7,25	0,25	1,20	1,14	330,37	2,50	797,63	2,96	0,60	0,86	6	2	17,5	3,23
2VHB2	340		2,64	0,25	0,90	0,84	20,36	2,50	587,72	0,25	0,60	0,63	6	2	30	1,88
2VHB2	341		5,28	0,25	0,90	0,84	203,20	2,50	587,72	2,47	0,60	0,63	6	2	22,5	2,51
2VHB2	342		2,41	0,25	0,90	0,84	94,46	2,50	587,72	1,15	0,60	0,63	6	2	30	1,88
2VHB2	343		5,47	0,25	0,90	0,84	183,12	2,50	587,72	2,23	0,60	0,63	6	2	25	2,26
2VHB	332		2,64	0,25	0,60	0,54	50,48	2,50	377,82	0,96	0,41	0,41	6	2	30	1,88
2VHB	333		4,20	0,25	0,60	0,54	76,16	2,50	377,82	1,44	0,41	0,41	6	2	30	1,88

Seção	Barra	L [m]	b [m]	h [m]	d [m]
2VHB	334	4,20	0,25	0,60	0,54
2VHB	335	4,20	0,25	0,60	0,54
2VHB	231	5,81	0,25	0,60	0,54
2VHC2	218	2,64	0,25	0,80	0,74
2VHC	230	2,90	0,25	0,60	0,54
2VHC	368	5,60	0,25	0,60	0,54
2VHC	369	5,02	0,25	0,60	0,54
2VHC	371	5,47	0,25	0,60	0,54
2VHC	372	1,47	0,25	0,60	0,54
2VHD1	139	3,68	0,30	0,90	0,84
2VHD1	140	8,97	0,30	0,90	0,84
2VHD1	382	5,87	0,25	0,65	0,59
2VHD2	383	5,47	0,25	0,65	0,59
2VHD	374	1,47	0,25	0,50	0,44
2VHD	376	4,75	0,25	0,50	0,44
2VHD	377	4,75	0,25	0,50	0,44
2VHD	378	4,75	0,25	0,50	0,44
2VHD	379	4,75	0,25	0,50	0,44
2VHE1	142	5,87	0,25	0,65	0,59
2VHE1	145	5,47	0,25	0,65	0,59
2VHE	138	6,45	0,25	0,90	0,84
2VHE	146	6,20	0,25	0,90	0,84
2VHE	180	1,48	0,25	0,90	0,84
2VHF1	154	6,45	0,25	0,80	0,74
2VHF2	157	5,87	0,25	0,65	0,59
2VHF2	158	5,87	0,25	0,65	0,59
2VHF2	159	5,47	0,25	0,65	0,59
2VHF2	160	5,47	0,25	0,65	0,59
2VHF2	217	2,64	0,25	0,65	0,59
2VHF	151	6,20	0,25	0,50	0,44
2VHF	162	6,20	0,25	0,50	0,44
2VHG1	167	4,88	0,25	0,65	0,59
2VHG1	168	5,05	0,25	0,65	0,59
2VHG1	169	5,00	0,25	0,65	0,59
2VHG1	170	2,63	0,25	0,65	0,59
2VHG1	171	1,83	0,25	0,65	0,59
2VHG	211	4,75	0,20	0,40	0,34
2VHG	213	4,75	0,20	0,40	0,34
2VHG	214	4,75	0,20	0,40	0,34
2VA1	136	5,68	0,25	0,65	0,59
2VA1	147	5,70	0,25	0,65	0,59
2VA1	165	5,67	0,25	0,65	0,59
2VA1	380	4,32	0,25	0,65	0,59
2VA	205	1,87	0,25	0,80	0,74
2VA	366	6,74	0,25	0,80	0,74

Ved	$\theta$	Vrd,max	Asw/s
[kN]	[°]	[kN]	[cm2/m]
67,18	2,50	377,82	1,27
58,60	2,50	377,82	1,11
102,90	2,50	377,82	1,95
11,88	2,50	517,76	0,16
63,34	2,50	377,82	1,20
113,56	2,50	377,82	2,15
91,79	2,50	377,82	1,74
102,74	2,50	377,82	1,94
4,52	2,50	377,82	0,09
198,96	2,50	705,27	2,42
350,86	2,50	705,27	4,27
133,70	2,50	412,81	2,32
142,97	2,50	412,81	2,48
7,32	2,50	307,86	0,17
54,31	2,50	307,86	1,26
57,22	2,50	307,86	1,33
53,60	2,50	307,86	1,24
57,28	2,50	307,86	1,33
128,80	2,50	412,81	2,23
136,63	2,50	412,81	2,37
252,90	2,50	587,72	3,08
217,33	2,50	587,72	2,64
153,36	2,50	587,72	1,87
202,65	2,50	517,76	2,80
113,27	2,50	412,81	1,96
101,05	2,50	412,81	1,75
88,68	2,50	412,81	1,54
82,39	2,50	412,81	1,43
28,94	2,50	412,81	0,50
46,67	2,50	307,86	1,08
48,73	2,50	307,86	1,13
37,75	2,50	412,81	0,65
35,24	2,50	412,81	0,61
85,67	2,50	412,81	1,48
36,91	2,50	412,81	0,64
20,53	2,50	412,81	0,36
8,24	2,50	190,31	0,25
10,10	2,50	190,31	0,30
9,85	2,50	190,31	0,30
113,38	2,50	412,81	1,96
108,13	2,50	412,81	1,87
98,57	2,50	412,81	1,71
144,93	2,50	412,81	2,51
81,56	2,50	517,76	1,13
105,06	2,50	517,76	1,45

$S_t, \max$ [m]	$S_l, \max$ [m]
0,41	0,41
0,41	0,41
0,41	0,41
0,56	0,56
0,41	0,41
0,41	0,41
0,41	0,41
0,41	0,41
0,41	0,41
0,60	0,63
0,60	0,63
0,44	0,44
0,44	0,44
0,33	0,33
0,33	0,33
0,33	0,33
0,33	0,33
0,44	0,44
0,44	0,44
0,60	0,63
0,60	0,63
0,60	0,63
0,56	0,56
0,44	0,44
0,44	0,44
0,44	0,44
0,44	0,44
0,33	0,33
0,33	0,33
0,44	0,44
0,44	0,44
0,44	0,44
0,44	0,44
0,26	0,26
0,26	0,26
0,26	0,26
0,44	0,44
0,44	0,44
0,44	0,44
0,44	0,44
0,56	0,56
0,56	0,56

diâmetro [mm]	nº de varões	Sl [cm]	Asw/s [cm2/m]
6	2	30	1,88
6	2	30	1,88
6	2	27,5	2,06
6	2	30	1,88
6	2	30	1,88
6	2	25	2,26
6	2	30	1,88
6	2	27,5	2,06
6	2	30	1,88
6	2	22,5	2,51
6	2	12,5	4,52
6	2	22,5	2,51
6	2	22,5	2,51
6	2	30	1,88
6	2	30	1,88
6	2	30	1,88
6	2	30	1,88
6	2	25	2,26
6	2	22,5	2,51
6	2	17,5	3,23
6	2	20	2,83
6	2	30	1,88
6	2	20	2,83
6	2	27,5	2,06
6	2	30	1,88
6	2	30	1,88
6	2	30	1,88
6	2	30	1,88
6	2	30	1,88
6	2	30	1,88
6	2	30	1,88
6	2	30	1,88
6	2	30	1,88
6	2	27,5	2,06
6	2	30	1,88
6	2	30	1,88
6	2	30	1,88
6	2	30	1,88
6	2	22,5	2,51
6	2	30	1,88
6	2	30	1,88

Seção	Barra	L [m]	b [m]	h [m]	d [m]
2VVB1	358	6,40	0,25	0,80	0,74
2VVB2	359	6,40	0,25	0,80	0,74
2VVB3	360	6,40	0,25	0,80	0,74
2VVB	357	6,40	0,25	0,80	0,74
2VVC1	149	4,60	0,25	0,60	0,54
2VVC1	150	1,89	0,25	0,60	0,54
2VVC1	161	2,65	0,25	0,60	0,54
2VVC1	249	5,42	0,25	0,60	0,54
2VVC1	373	4,32	0,25	0,60	0,54
2VVC	137	5,68	0,25	0,50	0,44
2VVC	148	5,70	0,25	0,50	0,44
2VVC	166	5,68	0,25	0,50	0,44
2VVC	375	4,32	0,25	0,50	0,44
2VVD1	152	1,31	0,25	0,70	0,64
2VVD1	153	5,42	0,25	0,70	0,64
2VVD1	163	2,65	0,25	0,70	0,64
2VVD2	347	6,74	0,25	0,70	0,64
2VVD	367	6,74	0,25	0,70	0,64
2VVD	141	6,20	0,25	0,70	0,64
2VWE1	164	19,52	0,25	0,70	0,64
2VWE1	175	1,85	0,25	0,70	0,64
2VWE1	348	6,74	0,25	0,70	0,64
2VWE1	381	1,88	0,25	0,70	0,64
2VVE	219	1,88	0,25	0,70	0,64
2VVE	245	4,35	0,25	0,70	0,64
2VVE	246	5,43	0,25	0,70	0,64
2VVE	247	5,42	0,25	0,70	0,64
2VVE	248	4,33	0,25	0,70	0,64
2VVE	346	6,74	0,25	0,70	0,64
2VVF1	349	6,74	0,25	0,70	0,64
2VVF	143	4,55	0,25	0,60	0,54
2VVF	155	5,14	0,25	0,60	0,54
2VVF	156	3,61	0,25	0,60	0,54
2VVF	174	3,75	0,25	0,60	0,54
2VVG	144	4,55	0,25	0,65	0,59
2VVG	202	3,75	0,25	0,65	0,59
2VVG	203	3,61	0,25	0,65	0,59
2VVG	204	5,14	0,25	0,65	0,59
2VVG	350	6,74	0,25	0,65	0,59
2VVG	384	6,20	0,25	0,65	0,59
2VWH	132	4,55	0,25	0,70	0,64
2VWH	133	5,14	0,25	0,70	0,64
2VWH	134	3,61	0,25	0,70	0,64
2VWH	135	3,75	0,25	0,70	0,64
2VWH	344	6,74	0,25	0,70	0,64

[illegible][illegible]

Ved	θ	Vrd,max	Asw/s
[kN]	[°]	[kN]	[cm2/m]
147,98	2,50	517,76	2,04
153,85	2,50	517,76	2,12
172,73	2,50	517,76	2,38
183,67	2,50	517,76	2,54
106,31	2,50	377,82	2,01
48,36	2,50	377,82	0,91
27,64	2,50	377,82	0,52
50,62	2,50	377,82	0,96
55,16	2,50	377,82	1,04
14,50	2,50	307,86	0,34
8,07	2,50	307,86	0,19
21,60	2,50	307,86	0,50
45,26	2,50	307,86	1,05
36,46	2,50	447,79	0,58
141,62	2,50	447,79	2,26
60,97	2,50	447,79	0,97
94,28	2,50	447,79	1,51
113,64	2,50	447,79	1,81
134,72	2,50	447,79	2,15
83,97	2,50	447,79	1,34
67,83	2,50	447,79	1,08
99,01	2,50	447,79	1,58
30,19	2,50	447,79	0,48
94,54	2,50	447,79	1,51
85,82	2,50	447,79	1,37
67,41	2,50	447,79	1,08
68,40	2,50	447,79	1,09
78,40	2,50	447,79	1,25
90,01	2,50	447,79	1,44
95,76	2,50	447,79	1,53
107,52	2,50	377,82	2,03
121,72	2,50	377,82	2,30
91,25	2,50	377,82	1,73
62,56	2,50	377,82	1,18
91,46	2,50	412,81	1,58
61,22	2,50	412,81	1,06
75,91	2,50	412,81	1,31
112,50	2,50	412,81	1,95
124,66	2,50	412,81	2,16
143,47	2,50	412,81	2,48
52,34	2,50	447,79	0,84
66,28	2,50	447,79	1,06
54,22	2,50	447,79	0,87
42,93	2,50	447,79	0,69
82,79	2,50	447,79	1,32

Seção	Barra	L [m]	b [m]	h [m]	d [m]
2VH	385	6,20	0,25	0,70	0,64
3VHA	221	8,45	0,20	0,40	0,34
3VHA	222	4,20	0,20	0,40	0,34
3VHA	223	4,20	0,20	0,40	0,34
3VHA	224	4,20	0,20	0,40	0,34
3VHA	225	7,65	0,20	0,40	0,34
3VHA	226	7,25	0,20	0,40	0,34
3VHA	227	7,90	0,20	0,40	0,34
3VHA	228	7,90	0,20	0,40	0,34
3VHA	229	6,00	0,20	0,40	0,34
3VHA	255	6,00	0,20	0,40	0,34
3VHC	305	6,00	0,25	1,20	1,14
3VHC	307	8,45	0,25	1,20	1,14
3VHC	308	4,20	0,25	1,20	1,14
3VHC	312	4,20	0,25	1,20	1,14
3VHC	313	4,20	0,25	1,20	1,14
3VHC	314	7,25	0,25	1,20	1,14
3VHC	316	6,00	0,25	1,20	1,14
3VHC	326	7,65	0,25	1,20	1,14
3VHC	485	7,90	0,25	1,20	1,14
3VHC	486	7,90	0,25	1,20	1,14
3VHD2	330	6,00	0,25	1,10	1,04
3VHB2	516	3,76	0,25	0,70	0,64
3VVC	331	6,74	0,20	0,40	0,34
3VVC	352	1,87	0,20	0,40	0,34
3VVD2	251	0,34	0,20	0,40	0,34
3VHV2	130	4,55	0,30	0,70	0,64
3VHV2	131	6,20	0,30	0,70	0,64
3VHV2	387	3,75	0,30	0,70	0,64
3VHV2	388	3,61	0,30	0,70	0,64
3VHV2	507	5,14	0,30	0,70	0,64
3VHV	329	6,74	0,20	0,40	0,34
3VVI	298	3,76	0,25	0,65	0,59
4VHA	195	2,90	0,25	0,65	0,59
4VHA	196	1,47	0,25	0,65	0,59
4VHA	197	5,48	0,25	0,65	0,59
4VHA	198	5,03	0,25	0,65	0,59
4VHA	199	5,60	0,25	0,65	0,59
4VHB1	189	1,47	0,25	0,70	0,64
4VHB	185	4,75	0,30	1,50	1,44
4VHB	186	4,75	0,30	1,50	1,44
4VHB	187	4,75	0,30	1,50	1,44
4VHB	188	4,75	0,30	1,50	1,44
4VHC1	191	1,47	0,30	1,50	1,44

$S_{t,max}$ [m]	$S_{l,max}$ [m]
0,48	0,48
0,26	0,26
0,26	0,26
0,26	0,26
0,26	0,26
0,26	0,26
0,26	0,26
0,26	0,26
0,26	0,26
0,26	0,26
0,26	0,26
0,60	0,86
0,60	0,86
0,60	0,86
0,60	0,86
0,60	0,86
0,60	0,86
0,60	0,86
0,60	0,78
0,48	0,48
0,26	0,26
0,26	0,26
0,26	0,26
0,48	0,48
0,48	0,48
0,48	0,48
0,48	0,48
0,26	0,26
0,44	0,44
0,44	0,44
0,44	0,44
0,44	0,44
0,44	0,44
0,48	0,48
0,60	1,08
0,60	1,08
0,60	1,08
0,60	1,08

[illegible]

Ved	$\theta$	Vrd,max	Asw/s
[kN]	[°]	[kN]	[cm <sup>2</sup> /m]
75,22	2,50	447,79	1,20
3,73	2,50	190,31	0,11
8,37	2,50	190,31	0,25
7,90	2,50	190,31	0,24
7,99	2,50	190,31	0,24
9,25	2,50	190,31	0,28
19,78	2,50	190,31	0,59
10,78	2,50	190,31	0,32
11,87	2,50	190,31	0,36
17,13	2,50	190,31	0,51
17,59	2,50	190,31	0,53
121,50	2,50	797,63	1,09
82,27	2,50	797,63	0,74
59,42	2,50	797,63	0,53
44,50	2,50	797,63	0,40
52,18	2,50	797,63	0,47
85,88	2,50	797,63	0,77
137,79	2,50	797,63	1,23
80,25	2,50	797,63	0,72
132,49	2,50	797,63	1,19
127,74	2,50	797,63	1,14
119,43	2,50	727,66	1,17
26,03	2,50	447,79	0,42
56,58	2,50	190,31	1,70
14,33	2,50	190,31	0,43
55,72	2,50	190,31	1,67
56,21	2,50	537,35	0,90
72,91	2,50	537,35	1,16
31,85	2,50	537,35	0,51
48,52	2,50	537,35	0,77
65,78	2,50	537,35	1,05
33,21	2,50	190,31	1,00
35,74	2,50	412,81	0,62
27,64	2,50	412,81	0,48
11,10	2,50	412,81	0,19
51,98	2,50	412,81	0,90
48,33	2,50	412,81	0,84
56,66	2,50	412,81	0,98
22,67	2,50	447,79	0,36
139,89	2,50	1209,03	0,99
136,85	2,50	1209,03	0,97
145,22	2,50	1209,03	1,03
135,17	2,50	1209,03	0,96
407,28	2,50	1209,03	2,89

Seção	Barra	L [m]	b [m]	h [m]	d [m]
4VHC	258	19,00	0,35	1,70	1,64
4VHD	259	19,00	0,35	1,70	1,64
4VHE	176	4,75	0,25	0,80	0,74
4VHE	177	4,75	0,25	0,80	0,74
4VHE	178	4,75	0,25	0,80	0,74
4VHE	179	4,75	0,25	0,80	0,74
4VVA	181	4,32	0,25	0,70	0,64
4VVA	182	5,68	0,25	0,70	0,64
4VVA	183	5,70	0,25	0,70	0,64
4VVA	184	5,68	0,25	0,70	0,64
4VVB	192	5,67	0,25	0,70	0,64
4VVB	194	4,32	0,25	0,70	0,64
4VVB	200	5,70	0,25	0,70	0,64
4VVB	201	5,68	0,25	0,70	0,64
4VVC	190	5,67	0,25	0,50	0,44
4VVC	193	4,33	0,25	0,50	0,44

Ved	$\theta$	Vrd,max	Asw/s
[kN]	[°]	[kN]	[cm <sup>2</sup> /m]
615,80	2,50	1606,45	3,84
536,55	2,50	1606,45	3,34
90,44	2,50	517,76	1,25
76,79	2,50	517,76	1,06
59,77	2,50	517,76	0,83
81,43	2,50	517,76	1,12
43,17	2,50	447,79	0,69
55,21	2,50	447,79	0,88
51,28	2,50	447,79	0,82
78,01	2,50	447,79	1,25
71,43	2,50	447,79	1,14
72,90	2,50	447,79	1,16
67,62	2,50	447,79	1,08
82,55	2,50	447,79	1,32
27,82	2,50	307,86	0,65
15,97	2,50	307,86	0,37

St,max [m]	Sl,max [m]
0,60	1,23
0,60	1,23
0,56	0,56
0,56	0,56
0,56	0,56
0,56	0,56
0,48	0,48
0,48	0,48
0,48	0,48
0,48	0,48
0,48	0,48
0,48	0,48
0,48	0,48
0,33	0,33
0,33	0,33

[illegible]

C 25/30 S 500	$f_{cd}$ $f_{yd}$	16700 kPa 435000 kPa		u1>u2										Com mínimo		Armadura longitudinal				Estribos		
		Barra	H <sub>y</sub> [m]	H <sub>z</sub> [m]	Ned [kN]	M <sub>vy</sub> [kN.m]	M <sub>zz</sub> [kN.m]	v [-]	u1 [-]	u2 [-]	w [-]	Asl,min [cm2]	Asl,max [cm2]	Asl [cm2]	Asl [cm2]	diâmetro [mm]	nº de varões	Asl [cm2]	diâmetro [mm]	Sol,t1 [m]	Sol,t2 [m]	
1PA1	6	6	0,20	0,40	596,47	8,13	5,46	0,45	0,020	0,015	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09	
1PA2	7	7	0,40	0,20	902,38	0,33	31,96	0,68	0,060	0,001	0,000	2,07	32,00	0,00	2,07	10	4	3,14	6	0,15	0,09	
1PB1	8	8	0,20	0,40	849,83	19,72	0,66	0,64	0,037	0,002	0,000	1,95	32,00	0,00	1,95	10	4	3,14	6	0,15	0,09	
1PB2	9	9	0,40	0,20	1123,52	0,33	9,81	0,84	0,018	0,001	0,000	2,58	32,00	0,00	2,58	10	4	3,14	6	0,15	0,09	
1PC1	10	10	0,20	0,40	751,91	19,16	1,29	0,56	0,036	0,005	0,000	1,73	32,00	0,00	1,73	10	4	3,14	6	0,15	0,09	
1PC2	11	11	0,40	0,20	998,77	1,92	3,90	0,75	0,007	0,007	0,000	2,30	32,00	0,00	2,30	10	4	3,14	6	0,15	0,09	
1PD1	12	12	0,20	0,40	647,30	10,47	0,34	0,48	0,020	0,001	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09	
1PD2	13	13	0,40	0,20	817,02	4,92	10,22	0,61	0,019	0,018	0,000	1,88	32,00	0,00	1,88	10	4	3,14	6	0,15	0,09	
1PE1	14	14	0,20	0,40	507,93	16,69	0,46	0,38	0,031	0,002	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09	
1PE2	15	15	0,40	0,20	683,06	7,21	3,33	0,51	0,027	0,006	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09	
1PF1	16	16	0,20	0,40	86,62	14,57	1,62	0,06	0,027	0,006	0,047	1,60	32,00	1,44	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09	
1PG2	18	18	0,20	0,20	400,39	17,87	1,85	0,60	0,134	0,014	0,050	0,92	16,00	0,77	0,92	10	4	3,14	6	0,15	0,09	
1PG3	19	19	0,20	0,20	261,12	18,01	0,20	0,39	0,135	0,001	0,000	0,80	16,00	0,00	0,80	10	4	3,14	6	0,15	0,09	
1PG4	20	20	0,20	0,20	254,28	13,41	0,49	0,38	0,100	0,004	0,000	0,80	16,00	0,00	0,80	10	4	3,14	6	0,15	0,09	
1PG5	17	17	0,20	0,20	126,30	0,85	1,56	0,19	0,012	0,006	0,000	0,80	16,00	0,00	0,80	10	4	3,14	6	0,15	0,09	
2PA1	21	21	1,25	0,25	124,55	17,56	96,23	0,02	0,015	0,013	0,030	6,25	125,00	3,60	6,25	10	8	6,28	6	0,15	0,09	
2PA2	22	22	1,25	0,25	172,37	12,59	99,70	0,03	0,015	0,010	0,034	6,25	125,00	4,08	6,25	10	8	6,28	6	0,15	0,09	
2PA3	32	32	1,25	0,25	126,19	2,27	74,17	0,02	0,011	0,002	0,028	6,25	125,00	3,36	6,25	10	8	6,28	6	0,15	0,09	
2PA4	33	33	1,25	0,25	139,02	3,50	58,33	0,03	0,009	0,003	0,027	6,25	125,00	3,24	6,25	10	8	6,28	6	0,15	0,09	
2PA5	23	23	1,25	0,25	156,56	1,52	52,98	0,03	0,008	0,001	0,026	6,25	125,00	3,12	6,25	10	8	6,28	6	0,15	0,09	
2PA6	24	24	1,25	0,25	172,13	3,63	54,24	0,03	0,008	0,003	0,026	6,25	125,00	3,12	6,25	10	8	6,28	6	0,15	0,09	
2PA7	25	25	1,25	0,25	171,12	3,53	51,83	0,03	0,008	0,003	0,026	6,25	125,00	3,12	6,25	10	8	6,28	6	0,15	0,09	
2PA8	26	26	1,25	0,25	179,90	3,40	51,07	0,03	0,008	0,003	0,025	6,25	125,00	3,00	6,25	10	8	6,28	6	0,15	0,09	
2PA9	34	34	1,25	0,25	152,91	9,04	47,35	0,03	0,007	0,007	0,026	6,25	125,00	3,12	6,25	10	8	6,28	6	0,15	0,09	
2PA10	27	27	1,25	0,25	192,46	10,69	82,80	0,04	0,013	0,008	0,029	6,25	125,00	3,48	6,25	10	8	6,28	6	0,15	0,09	
2PA11	28	28	1,25	0,25	191,59	16,79	95,87	0,04	0,015	0,013	0,032	6,25	125,00	3,84	6,25	10	8	6,28	6	0,15	0,09	
2PA12	35	35	1,25	0,25	162,65	4,55	78,07	0,03	0,012	0,003	0,026	6,25	125,00	3,12	6,25	10	8	6,28	6	0,15	0,09	
2PA13	29	29	1,25	0,25	170,38	8,97	84,90	0,03	0,013	0,007	0,030	6,25	125,00	3,60	6,25	10	8	6,28	6	0,15	0,09	
2PA14	36	36	1,25	0,25	165,01	1,99	103,75	0,03	0,016	0,002	0,033	6,25	125,00	3,96	6,25	10	8	6,28	6	0,15	0,09	
2PA15	30	30	1,25	0,25	201,20	2,35	153,97	0,04	0,024	0,002	0,052	6,25	125,00	6,24	6,25	10	8	6,28	6	0,15	0,09	
2PA16	31	31	1,25	0,25	111,63	21,55	145,87	0,02	0,022	0,017	0,050	6,25	125,00	6,00	6,25	10	8	6,28	6	0,15	0,09	
2PB2	37	37	0,75	0,20	381,78	41,71	8,45	0,15	0,083	0,004	0,040	3,00	60,00	2,30	3,00	10	6	4,71	6	0,15	0,09	
2PB3	38	38	0,40	0,20	541,25	3,09	40,21	0,41	0,075	0,012	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09	
2PB4	39	39	0,40	0,20	351,78	4,04	24,59	0,26	0,046	0,015	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09	
2PB5	40	40	0,40	0,20	360,11	4,61	19,94	0,27	0,037	0,017	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09	
2PB6	41	41	0,40	0,20	456,22	8,08	22,45	0,34	0,042	0,030	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09	
2PB7	42	42	0,75	0,20	457,29	10,33	45,07	0,18	0,024	0,021	0,000	3,00	60,00	0,00	3,00	10	4	3,14	6	0,15	0,09	
2PB8	43	43	0,75	0,20	833,10	50,95	29,58	0,33	0,102	0,016	0,000	3,00	60,00	0,00	3,00	10	4	3,14	6	0,15	0,09	
2PB9	44	44	0,75	0,20	743,06	50,95	20,24	0,30	0,102	0,011	0,000	3,00	60,00	0,00	3,00	10	4	3,14	6	0,15	0,09	
2PC2	45	45	0,40	0,20	25,06	13,38	81,88	0,02	0,153	0,050	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09	
2PC3	47	47	0,20	0,40	317,51	7,82	4,28	0,24	0,016	0,015	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09	
2PC4	57	57	0,40	0,20	398,51	3,24	17,25	0,30	0,032	0,012	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09	

C 25/30 S 500		16700 kPa 435000 kPa		u1>u2										Com mínimo		Armadura longitudinal					Estribos		
Seção	Barra	Hy [m]	Hz [m]	Ned [kN]	Myy [kN.m]	Mzz [kN.m]	v [-]	u1 [-]	u2 [-]	w [-]	Asl.min [cm2]	Asl.max [cm2]	Asl [cm2]	Asl [cm2]	diâmetro [mm]	nº de varões	Asl [cm2]	diâmetro [mm]	Scd,t1 [m]	Scd,t2 [m]			
2PC5	48	0,40	0,20	310,32	1,18	14,80	0,23	0,028	0,004	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PC6	49	0,40	0,20	331,50	1,56	15,47	0,25	0,029	0,006	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PC7	50	0,40	0,20	346,16	1,18	17,99	0,26	0,034	0,004	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PC8	51	0,20	0,40	411,75	5,17	0,16	0,31	0,010	0,001	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PC9	52	0,40	0,20	571,94	0,57	2,58	0,43	0,005	0,002	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PC10	53	0,40	0,20	491,48	3,78	6,12	0,37	0,014	0,011	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PC11	54	0,20	0,40	306,17	4,27	3,92	0,23	0,015	0,008	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PC12	55	0,20	0,40	488,07	3,74	8,03	0,37	0,030	0,007	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PD1	58	0,25	0,25	634,61	6,35	13,57	0,61	0,052	0,024	0,000	1,46	25,00	0,00	1,46	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PD2	59	0,25	0,25	323,50	10,57	8,66	0,31	0,041	0,033	0,000	1,25	25,00	0,00	1,25	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PD3	60	0,25	0,40	444,68	9,08	7,56	0,27	0,018	0,014	0,000	2,00	40,00	0,00	2,00	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PD4	61	0,25	0,40	421,83	5,35	9,40	0,25	0,023	0,008	0,050	2,00	40,00	1,92	2,00	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PD5	62	0,25	0,40	350,55	12,48	7,01	0,21	0,019	0,017	0,000	2,00	40,00	0,00	2,00	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PD6	63	0,25	0,25	140,47	1,74	2,59	0,13	0,010	0,007	0,000	1,25	25,00	0,00	1,25	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PD7	64	0,25	0,25	135,48	1,32	1,78	0,13	0,007	0,005	0,000	1,25	25,00	0,00	1,25	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PD9	65	0,40	0,20	164,34	2,24	3,18	0,12	0,008	0,006	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PE1	66	0,60	0,25	628,30	20,42	18,89	0,25	0,033	0,013	0,000	3,00	60,00	0,00	3,00	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PE2	67	0,20	0,40	439,14	1,25	6,46	0,33	0,024	0,002	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PE3	68	0,20	0,40	508,88	5,26	7,74	0,38	0,029	0,010	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PE4	69	0,20	0,40	465,69	5,62	7,51	0,35	0,028	0,011	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PE5	70	0,20	0,60	414,84	27,85	0,29	0,21	0,023	0,001	0,000	2,40	48,00	0,00	2,40	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PE6	71	0,20	0,20	134,58	0,22	0,25	0,20	0,002	0,002	0,000	0,80	16,00	0,00	0,80	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PE7	86	0,20	0,40	756,86	13,83	1,18	0,57	0,026	0,004	0,000	1,74	32,00	0,00	1,74	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PE9	73	0,20	0,40	356,35	15,31	0,82	0,27	0,029	0,003	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PF1	79	0,60	0,25	975,07	69,58	24,84	0,39	0,111	0,017	0,000	3,00	60,00	0,00	3,00	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PF2	80	0,60	0,25	1042,90	13,71	31,68	0,42	0,022	0,021	0,000	3,00	60,00	0,00	3,00	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PF3	81	0,40	0,20	245,09	4,13	7,21	0,18	0,015	0,013	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PF4	82	0,40	0,20	682,76	0,49	2,45	0,51	0,005	0,002	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PF6	84	0,20	0,40	431,73	10,89	1,04	0,32	0,020	0,004	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PG1	87	0,60	0,25	984,29	58,25	19,79	0,39	0,093	0,013	0,000	3,00	60,00	0,00	3,00	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PG2	88	0,60	0,25	720,24	4,98	6,47	0,29	0,008	0,004	0,000	3,00	60,00	0,00	3,00	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PG3	89	0,40	0,20	246,83	2,23	4,70	0,18	0,009	0,008	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PG4	90	0,40	0,20	140,44	1,90	0,86	0,11	0,007	0,002	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PG5	91	0,40	0,20	389,75	4,01	11,83	0,29	0,022	0,015	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PG6	92	0,40	0,20	197,77	0,66	5,50	0,15	0,010	0,002	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PG8	94	0,20	0,40	391,19	13,10	2,67	0,29	0,025	0,010	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PG9	95	0,20	0,40	273,41	14,19	1,61	0,20	0,027	0,006	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PH1	98	0,40	0,20	132,46	1,77	1,01	0,10	0,007	0,002	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
2PH2	99	0,40	0,20	184,47	1,26	0,73	0,14	0,005	0,001	0,050	1,60	32,00	1,54	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09			



C 25/30 S 500		16700 kPa 435000 kPa		u1>u2										Com mínimo		Armadura longitudinal				Estribos		
Seção	Barra	Hy [m]	Hz [m]	Ned [kN]	Myy [kN.m]	Mzz [kN.m]	v [-]	u1 [-]	u2 [-]	w [-]	Asl,min [cm2]	Asl,max [cm2]	Asl [cm2]	Asl [cm2]	diâmetro [mm]	nº de varões	Asl [cm2]	diâmetro [mm]	Scl,t1 [m]	Scl,t2 [m]		
2PH4	100	0,20	0,40	191,39	15,12	2,60	0,14	0,028	0,010	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
2PI2	101	0,20	0,50	285,53	49,98	11,78	0,17	0,060	0,035	0,131	2,00	40,00	5,03	5,03	16	4	8,04	6	0,20	0,12		
2PI3	102	0,20	0,50	165,79	14,39	15,28	0,10	0,046	0,017	0,050	2,00	40,00	1,92	2,00	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
2PI4	103	0,20	0,50	202,60	6,69	10,70	0,12	0,032	0,008	0,000	2,00	40,00	0,00	2,00	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
2PI5	104	0,20	0,50	126,92	4,57	1,32	0,08	0,005	0,004	0,000	2,00	40,00	0,00	2,00	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
2PI6	105	0,20	0,40	102,24	1,50	3,36	0,08	0,013	0,003	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
2PI7	106	0,20	0,40	171,84	6,26	10,76	0,13	0,040	0,012	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
2PI8	107	0,20	0,40	165,53	4,75	10,37	0,12	0,039	0,009	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
2PI9	108	0,20	0,40	27,24	0,35	2,46	0,02	0,009	0,001	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
2PI10	109	0,20	0,40	89,15	8,88	6,00	0,07	0,022	0,017	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09		

Seção circular			Com mínimo										Armadura longitudinal			Estribos		
Seção	Barra	Raio [m]	Ned [kN]	M <sub>yy</sub> [kN.m]	M <sub>zz</sub> [kN.m]	v [-]	u1 [-]	u2 [-]	w [-]	Asl,min [cm2]	Asl,max [cm2]	Asl [cm2]	díametro [mm]	nº de varões	Asl [cm2]	díametro [mm]	Sc,t1 [m]	Sc,t2 [m]
2PE8	72	0,15	509,24	13,11	2,40	0,22	0,037	0,007	0,000	1,41	28,27	0,00	10	4	3,14	6	0,15	0,09
2PF5	83	0,15	330,00	6,88	1,50	0,14	0,019	0,004	0,000	1,41	28,27	0,00	10	4	3,14	6	0,15	0,09
2PG7	93	0,15	442,99	6,25	2,08	0,19	0,018	0,006	0,000	1,41	28,27	0,00	10	4	3,14	6	0,15	0,09





Pilar	Dimensões					C. de Rigidez		Ações				Excentricidades					Tensões						
	By [m]	Bz [m]	b0y [m]	b0z [m]	h [m]	d [m]	d1 [m]	d2 [m]	P [kN]	VEk [kN]	Myy,k [kN.m]	Mzz,k [kN.m]	ey [m]	ez [m]	ny [m]	nz [m]	ny+nz [<0,167]	og1 [kPa]	og2 [kPa]	og3 [kPa]	og4 [kPa]	oref [kPa]	oadm [kPa]
2Pi2	1,20	2,00	0,20	0,50	0,50	0,44	0,38	0,25	30,00	208,38	36,26	8,34	0,035	0,152	0,029	0,076	0,105	121,52	95,46	53,53	27,47	98,01	280,00
2Pi3	1,00	2,00	0,20	0,50	0,50	0,44	0,38	0,20	25,00	118,71	10,43	10,77	0,075	0,073	0,075	0,036	0,111	79,87	36,79	36,79	15,93	59,72	280,00
2Pi4	1,00	2,00	0,20	0,50	0,50	0,44	0,38	0,20	25,00	145,40	4,84	7,54	0,044	0,028	0,044	0,014	0,058	76,72	46,56	46,56	36,88	62,92	280,00
2Pi5	1,00	2,00	0,20	0,50	0,50	0,44	0,38	0,20	25,00	91,76	3,16	0,32	0,003	0,027	0,003	0,014	0,016	42,72	41,44	36,40	35,12	40,82	280,00
2Pi6	1,00	2,00	0,20	0,40	0,50	0,44	0,40	0,20	25,00	73,10	1,05	1,38	0,014	0,011	0,014	0,005	0,019	36,51	30,99	30,99	28,89	33,96	280,00
2Pi7	1,00	2,00	0,20	0,40	0,50	0,44	0,40	0,20	25,00	121,95	2,69	3,96	0,027	0,018	0,027	0,009	0,036	59,59	43,75	43,75	38,37	52,33	280,00
2Pi8	1,00	2,00	0,20	0,40	0,50	0,44	0,40	0,20	25,00	117,59	1,25	3,96	0,028	0,009	0,028	0,004	0,032	56,70	40,86	40,86	38,36	49,61	280,00
2Pi9	1,00	2,00	0,20	0,40	0,50	0,44	0,40	0,20	25,00	19,77	0,21	1,31	0,029	0,005	0,029	0,002	0,032	17,75	12,51	12,51	12,09	15,43	280,00
2Pi10	1,00	2,00	0,20	0,40	0,50	0,44	0,40	0,20	25,00	63,44	1,14	4,30	0,049	0,013	0,049	0,006	0,055	39,22	22,02	22,02	19,74	31,55	280,00

Parede	Dimensões					C. de Rigidez		Ações			Excentricidades				Tensões								
	By [m]	Bz [m]	b0y [m]	b0z [m]	h [m]	d [m]	d1 [m]	d2 [m]	P [kN]	VEk [kN.m]	Myy,k [kN.m]	Mzz,k [kN.m]	ey [m]	ez [m]	ny [m]	nz [m]	ny+nz [<0,167]	og1 [kPa]	og2 [kPa]	og3 [kPa]	og4 [kPa]	oref [kPa]	oadm [kPa]
Pa1	8,00	1,00	7,00	0,25	0,60	0,54	0,19	0,25	120,00	525,68	1,08	18,88	0,029	0,002	0,004	0,002	0,005	74,04	72,60	70,89	69,45	72,89	240,00
Pa2	8,00	1,00	7,00	0,25	0,60	0,54	0,19	0,25	120,00	628,33	53,68	9,93	0,013	0,072	0,002	0,072	0,073	119,76	48,19	118,11	46,53	101,46	240,00
Pa3	2,00	5,00	0,25	2,50	0,60	0,54	0,63	0,44	150,00	764,11	13,86	1,16	0,001	0,015	0,001	0,003	0,004	133,46	128,71	132,47	127,71	132,02	240,00
Pa4	2,00	4,00	0,25	2,00	0,60	0,54	0,50	0,44	120,00	639,36	2,24	25,00	0,033	0,003	0,016	0,001	0,017	139,62	138,50	114,62	113,50	133,09	240,00





2Pi6	1,00	2,00	0,20	0,40	0,50	0,44	0,40	0,20	102,24	1,46	1,93	0,019	0,014	0,019	0,007	0,026	39,40	36,48	31,68	28,76	36,74
2Pi7	1,00	2,00	0,20	0,40	0,50	0,44	0,40	0,20	171,84	3,82	5,63	0,033	0,022	0,033	0,011	0,044	72,36	64,72	49,84	42,20	64,82
2Pi8	1,00	2,00	0,20	0,40	0,50	0,44	0,40	0,20	165,53	1,77	5,60	0,034	0,011	0,034	0,005	0,039	68,15	64,61	45,75	42,21	61,66
2Pi9	1,00	2,00	0,20	0,40	0,50	0,44	0,40	0,20	27,24	0,31	1,81	0,066	0,011	0,066	0,006	0,072	13,01	12,39	5,77	5,15	11,05
2Pi10	1,00	2,00	0,20	0,40	0,50	0,44	0,40	0,20	89,15	1,72	6,01	0,067	0,019	0,067	0,010	0,077	43,46	40,02	19,42	15,98	36,59

Cálculo da tensão nas sapatas do bloco 1 para forças majoradas - Parte 3 de 3

Parede	Dimensões						C. de Rigidez		Ações			Excentricidades					Tensões				
	By [m]	Bz [m]	b0y [m]	b0z [m]	h [m]	d [m]	d1 [m]	d2 [m]	Ved [kN]	MYV [kN.m]	Mzz [kN.m]	ey [m]	ez [m]	ny [m]	nz [m]	ny+nz [-]	σg1 [kPa]	σg2 [kPa]	σg3 [kPa]	σg4 [kPa]	σref [kPa]
Pa1	8,00	1,00	7,00	0,25	0,60	0,54	0,19	0,25	719,50	1,40	26,41	0,037	0,002	0,005	0,002	0,007	83,08	78,68	81,21	76,81	81,51
Pa2	8,00	1,00	7,00	0,25	0,60	0,54	0,19	0,25	862,84	77,35	13,80	0,016	0,090	0,002	0,090	0,092	148,59	146,29	45,45	43,15	122,23
Pa3	2,00	5,00	0,25	2,50	0,60	0,54	0,63	0,44	1053,44	19,39	1,35	0,001	0,018	0,001	0,004	0,004	154,39	153,24	147,75	146,59	152,44
Pa4	2,00	4,00	0,25	2,00	0,60	0,54	0,50	0,44	881,02	3,28	34,79	0,039	0,004	0,020	0,001	0,021	165,05	130,26	163,41	128,62	155,94













Cálculo do punçoamento das sapatas do bloco 1 - Parte 2 de 6

Pilar	Dimensões						Excentricidades		Ações		
	By [m]	Bz [m]	b0y [m]	b0z [m]	h [m]	d [m]	ey [m]	ez [m]	Ved [kN]	MEd,y [kN.m]	MEd,z [kN.m]
2PG8	1,00	2,00	0,20	0,40	0,50	0,44	0,005	0,015	391,19	5,73	2,02
2PG9	1,00	2,00	0,20	0,40	0,50	0,44	0,005	0,025	273,41	6,71	1,47
2PH1	2,00	1,00	0,40	0,20	0,50	0,44	0,007	0,008	132,46	1,09	0,97
2PH2	2,00	1,00	0,40	0,20	0,50	0,44	0,004	0,004	184,47	0,71	0,66
2PH4	1,00	2,00	0,20	0,40	0,50	0,44	0,010	0,040	191,39	7,72	1,89
2PI2	1,20	2,00	0,20	0,50	0,50	0,44	0,041	0,175	285,53	49,99	11,79
2PI3	1,00	2,00	0,20	0,50	0,50	0,44	0,092	0,087	165,79	14,38	15,28
2PI4	1,00	2,00	0,20	0,50	0,50	0,44	0,053	0,033	202,60	6,68	10,71
2PI5	1,00	2,00	0,20	0,50	0,50	0,44	0,003	0,035	126,92	4,48	0,43
2PI6	1,00	2,00	0,20	0,40	0,50	0,44	0,019	0,014	102,24	1,46	1,93
2PI7	1,00	2,00	0,20	0,40	0,50	0,44	0,033	0,022	171,84	3,82	5,63
2PI8	1,00	2,00	0,20	0,40	0,50	0,44	0,034	0,011	165,53	1,77	5,60
2PI9	1,00	2,00	0,20	0,40	0,50	0,44	0,066	0,011	27,24	0,31	1,81
2PI10	1,00	2,00	0,20	0,40	0,50	0,44	0,067	0,019	89,15	1,72	6,01



	Verificação para o primeiro perimetro														Verificação	
Pilar	by [m]	bz [m]	β [-]	a [-]	ui [m]	Acont [m2]	omed [kN]	Δved [kN]	VEd,red [kPa]	ved,r [kPa]	pl [-]	k [-]	vrd,c [Mpa]	vrd,min [Mpa]	ved1 [kPa]	vrd [kpa]
2PG8	0,60	0,80	1,05	0,20	2,46	0,45	130,40	58,11	333,08	322,15	0,00040	1,67	887,55	1668,02	322,15	1668,02
2PG9	0,60	0,80	1,07	0,20	2,46	0,45	91,14	40,62	232,79	231,44	0,00030	1,67	799,66	1668,02	231,44	1668,02
2PH1	1,20	1,00	1,02	0,40	3,71	1,06	44,15	46,92	85,54	53,30	0,00016	1,67	324,57	834,01	53,30	834,01
2PH2	1,20	1,00	1,01	0,40	3,71	1,06	61,49	65,34	119,13	73,54	0,00020	1,67	353,02	834,01	73,54	834,01
2PH4	0,60	0,80	1,12	0,20	2,46	0,45	63,80	28,43	162,96	169,31	0,00022	1,67	729,44	1668,02	169,31	1668,02
2PI2	0,70	1,00	1,46	0,25	2,97	0,65	89,23	57,67	227,86	253,86	0,00035	1,67	676,61	1334,42	253,86	1334,42
2PI3	0,60	0,90	1,32	0,20	2,66	0,51	55,26	27,94	137,85	155,53	0,00021	1,67	716,55	1668,02	155,53	1668,02
2PI4	0,60	0,90	1,14	0,20	2,66	0,51	67,53	34,15	168,45	164,97	0,00022	1,67	729,16	1668,02	164,97	1668,02
2PI5	0,60	0,90	1,11	0,20	2,66	0,51	42,31	21,39	105,53	99,86	0,00015	1,67	630,98	1668,02	99,86	1668,02
2PI6	0,60	0,80	1,06	0,20	2,46	0,45	34,08	15,19	87,05	85,39	0,00013	1,67	610,09	1668,02	85,39	1668,02
2PI7	0,60	0,80	1,10	0,20	2,46	0,45	57,28	25,53	146,31	148,81	0,00020	1,67	704,88	1668,02	148,81	1668,02
2PI8	0,60	0,80	1,08	0,20	2,46	0,45	55,18	24,59	140,94	141,16	0,00019	1,67	692,45	1668,02	141,16	1668,02
2PI9	0,60	0,80	1,15	0,20	2,46	0,45	9,08	4,05	23,19	24,75	0,00006	1,67	468,88	1668,02	24,75	1668,02
2PI10	0,60	0,80	1,16	0,20	2,46	0,45	29,72	13,24	75,91	81,62	0,00012	1,67	595,27	1668,02	81,62	1668,02





	Verificação para o segundo perímetro														Verificação	
Pilar	by [m]	bz [m]	β [-]	a [-]	ui [m]	Acont [m2]	omed [kN]	Δved [kN]	VEd,red [kN]	ved,r [kPa]	pl [-]	k [-]	vrd,c [Mpa]	vrd,min [Mpa]	ved2 [kPa]	vrd [kpa]
2PG8	0,84	1,04	1,03	0,32	3,21	0,79	130,40	102,45	288,74	211,06	0,00177	1,67	906,35	1042,51	211,06	1042,51
2PG9	0,84	1,04	1,05	0,32	3,21	0,79	91,14	71,61	201,80	150,48	0,00177	1,67	906,35	1042,51	150,48	1042,51
2PH1	1,68	1,48	1,01	0,64	5,22	2,13	44,15	94,26	38,20	16,84	0,00177	1,67	453,18	521,26	16,84	521,26
2PH2	1,68	1,48	1,01	0,64	5,22	2,13	61,49	131,27	53,20	23,30	0,00177	1,67	453,18	521,26	23,30	521,26
2PH4	0,84	1,04	1,09	0,32	3,21	0,79	63,80	50,12	141,27	108,81	0,00177	1,67	906,35	1042,51	108,81	1042,51
2PI2	1,00	1,30	1,32	0,40	3,91	1,16	89,23	103,74	181,79	139,39	0,00177	1,67	725,08	834,01	139,39	834,01
2PI3	0,84	1,14	1,24	0,32	3,41	0,87	55,26	48,06	117,73	96,97	0,00177	1,67	906,35	1042,51	96,97	1042,51
2PI4	0,84	1,14	1,11	0,32	3,41	0,87	67,53	58,73	143,87	106,35	0,00177	1,67	906,35	1042,51	106,35	1042,51
2PI5	0,84	1,14	1,08	0,32	3,41	0,87	42,31	36,79	90,13	64,61	0,00177	1,67	906,35	1042,51	64,61	1042,51
2PI6	0,84	1,04	1,04	0,32	3,21	0,79	34,08	26,78	75,46	55,81	0,00177	1,67	906,35	1042,51	55,81	1042,51
2PI7	0,84	1,04	1,07	0,32	3,21	0,79	57,28	45,00	126,84	96,43	0,00177	1,67	906,35	1042,51	96,43	1042,51
2PI8	0,84	1,04	1,06	0,32	3,21	0,79	55,18	43,35	122,18	91,92	0,00177	1,67	906,35	1042,51	91,92	1042,51
2PI9	0,84	1,04	1,12	0,32	3,21	0,79	9,08	7,13	20,11	15,91	0,00177	1,67	906,35	1042,51	15,91	1042,51
2PI10	0,84	1,04	1,12	0,32	3,21	0,79	29,72	23,35	65,80	52,35	0,00177	1,67	906,35	1042,51	52,35	1042,51





Cálculo das paredes do bloco 1

C 25/30	<i>f<sub>cd</sub></i>	16700 kPa
S 500	<i>f<sub>yd</sub></i>	435000 kPa

Parede	Painel	Lx [m]	Ly [m]	NEd [kN]	Med [kN.m]	v [-]	u [-]	w [-]	As,vmin [cm2/m]	As,v [cm2/m]	diâmetro [mm]	esp./ varões	Asl [cm2/m]
Pa1	406	0,25	7,00	719,50	26,41	0,17	0,025	0,410	5,00	19,68	20	15	20,94
Pa2	407	0,25	7,00	862,84	77,35	0,21	0,074	0,440	5,00	21,11	20	12,5	25,13
Pa3	483	2,50	0,25	1053,44	19,39	0,25	0,019	0,600	5,00	28,79	20	10	31,42
Pa4	505	2,00	0,25	881,02	34,79	0,21	0,033	0,490	5,00	23,51	20	12,5	25,13

Parede	Painel	Lx [m]	Ly [m]	Med [kN.m]	u [-]	w [-]	As,hmin [cm2]	As,h [cm2/m]	diâmetro [mm]	esp./ varões	Asl [cm2/m]
Pa1	406	0,25	7,00	7,96	0,008	0,008	5,24	5,24	10	15	5,24
Pa2	407	0,25	7,00	10,68	0,010	0,010	6,28	6,28	10	20	3,93
Pa3	483	2,50	0,25	6,54	0,006	0,006	7,85	7,85	10	10	7,85
Pa4	505	2,00	0,25	5,86	0,006	0,006	6,28	6,28	10	15	5,24

Parede	Painel	Lx [m]	Ly [m]	Ved [kN]	pl [-]	k [-]	Vrd,c [kN]	Vrd,min [kN]
Pa1	406	0,25	7,00	18,43	0,00838	1,85	116,27	110,09
Pa2	407	0,25	7,00	21,99	0,01005	1,85	123,55	110,09
Pa3	483	2,50	0,25	13,34	0,01257	1,85	133,09	110,09
Pa4	505	2,00	0,25	28,87	0,01005	1,85	123,55	110,09

# Bloco 2

Anexo 3 - Cálculo das Lajes do bloco 2 - Parte 1 de 3

C 25/30	<i>f<sub>cd</sub></i>	16700 kPa
S 500	<i>f<sub>yd</sub></i>	435000 kPa

C 25/30	<i>f<sub>ctm</sub></i>	2600 kPa
S 500	<i>f<sub>yk</sub></i>	500000 kPa

Lx	vão paralelo ao eixo x
Ly	vão paralelo ao eixo y

LM	vão maior
Lm	vão menor

Secção	Painel	Lm [m]	b [m]	h [m]	d [m]
1La1	761	3,60	1,00	0,20	0,16
1La1	800	6,00	1,00	0,20	0,16
1La1	803	6,00	1,00	0,20	0,16
1La2	820	7,50	1,00	0,20	0,16
1La2	821	7,50	1,00	0,20	0,16
1La2	822	7,50	1,00	0,20	0,16
1La2	823	7,50	1,00	0,20	0,16
1La2	824	6,75	1,00	0,20	0,16
1La2	825	7,50	1,00	0,20	0,16
1La3	714	6,74	1,00	0,20	0,16
1La3	715	6,74	1,00	0,20	0,16
1La3	754	6,74	1,00	0,20	0,16
1La3	756	6,74	1,00	0,20	0,16
1La3	758	6,74	1,00	0,20	0,16
1La3	760	3,50	1,00	0,20	0,16
1La4	713	2,65	1,00	0,20	0,16
1La4	718	2,65	1,00	0,20	0,16
1La4	755	2,65	1,00	0,20	0,16
1La4	757	2,65	1,00	0,20	0,16
1La4	759	2,65	1,00	0,20	0,16
1La5	808	2,20	1,00	0,20	0,16
1La6	826	7,50	1,00	0,20	0,16
2La1	1040	3,50	1,00	0,20	0,16
2La1	1071	6,75	1,00	0,20	0,16
2La1	1072	6,75	1,00	0,20	0,16
2La1	1075	6,75	1,00	0,20	0,16
2La1	1076	6,75	1,00	0,20	0,16
2La1	1077	7,50	1,00	0,20	0,16
2La1	1080	7,50	1,00	0,20	0,16
2La1	1081	6,75	1,00	0,20	0,16
2La1	1082	7,50	1,00	0,20	0,16
2La1	1083	7,50	1,00	0,20	0,16
2La1	1084	2,90	1,00	0,20	0,16
2La1	1085	2,20	1,00	0,20	0,16
2La1	1086	7,50	1,00	0,20	0,16
2La1	1087	7,50	1,00	0,20	0,16
2La1	1111	6,75	1,00	0,20	0,16
3La1	1106	6,00	1,00	0,15	0,11
3La1	1107	6,00	1,00	0,15	0,11
3La1	1129	6,00	1,00	0,15	0,11

ux+	uy+	ux-	uy-
[-]	[-]	[-]	[-]
0,070	0,069	0,217	0,197
0,073	0,098	0,156	0,201
0,068	0,107	0,166	0,198
0,059	0,089	0,177	0,187
0,059	0,087	0,150	0,186
0,079	0,090	0,164	0,183
0,051	0,090	0,172	0,209
0,070	0,069	0,149	0,206
0,051	0,089	0,165	0,207
0,053	0,033	0,161	0,083
0,061	0,035	0,194	0,118
0,062	0,036	0,200	0,120
0,046	0,028	0,163	0,100
0,059	0,033	0,184	0,115
0,017	0,029	0,051	0,110
0,023	0,033	0,051	0,031
0,024	0,030	0,042	0,017
0,023	0,033	0,033	0,028
0,021	0,030	0,070	0,024
0,024	0,035	0,054	0,013
0,003	0,007	0,078	0,034
0,055	0,084	0,129	0,178
0,022	0,027	0,053	0,022
0,058	0,034	0,152	0,063
0,065	0,019	0,185	0,079
0,071	0,033	0,195	0,062
0,063	0,020	0,182	0,077
0,061	0,086	0,154	0,166
0,060	0,082	0,142	0,170
0,056	0,095	0,095	0,155
0,053	0,087	0,177	0,207
0,049	0,070	0,145	0,163
0,015	0,034	0,177	0,124
0,000	0,012	0,065	0,058
0,052	0,088	0,169	0,198
0,067	0,115	0,149	0,172
0,071	0,021	0,178	0,061
0,058	0,143	0,122	0,192
0,056	0,137	0,116	0,192
0,025	0,050	0,142	0,050

wx+	wy+	wx-	wy-
[-]	[-]	[-]	[-]
0,073	0,072	0,248	0,222
0,076	0,104	0,171	0,227
0,070	0,113	0,183	0,223
0,061	0,094	0,196	0,208
0,061	0,091	0,164	0,207
0,082	0,095	0,180	0,204
0,052	0,094	0,190	0,237
0,073	0,072	0,163	0,233
0,053	0,093	0,181	0,234
0,055	0,033	0,177	0,087
0,063	0,035	0,218	0,126
0,064	0,037	0,226	0,128
0,047	0,028	0,179	0,105
0,061	0,034	0,204	0,122
0,017	0,030	0,052	0,117
0,024	0,033	0,052	0,031
0,025	0,030	0,043	0,017
0,023	0,033	0,033	0,028
0,022	0,030	0,072	0,024
0,024	0,036	0,055	0,013
0,003	0,007	0,082	0,035
0,057	0,088	0,139	0,197
0,022	0,028	0,055	0,022
0,059	0,035	0,166	0,065
0,067	0,019	0,206	0,082
0,074	0,033	0,219	0,064
0,065	0,020	0,203	0,080
0,063	0,090	0,168	0,183
0,062	0,085	0,154	0,188
0,057	0,100	0,100	0,170
0,055	0,091	0,196	0,235
0,051	0,073	0,157	0,179
0,015	0,035	0,197	0,132
0,000	0,012	0,067	0,060
0,054	0,092	0,186	0,223
0,069	0,122	0,163	0,190
0,073	0,021	0,197	0,063
0,060	0,155	0,131	0,215
0,058	0,149	0,123	0,215
0,026	0,051	0,154	0,051

Seção	Painel	Dispensa de armadura				Comprimento de amarração				Sem armadura mínima				Com armadura mínima				
		Lm [m]	0,2*Lm [m]	0,3*Lm [m]	lbd,inf [cm]	lb,min [cm]	lbd,sup [cm]	lb,min [cm]	Asl,min [cm2]	Asl,max [cm2]	Asl,x+ [cm2]	Asl,y+ [cm2]	Asl,x- [cm2]	Asl,y- [cm2]	Asl,x+ [cm2]	Asl,y+ [cm2]	Asl,x- [cm2]	Asl,y- [cm2]
1La1	761	3,60	0,75	1,10	32	19,2	96	57,6	2,16	80,00	4,49	4,39	15,20	13,63	4,49	4,39	15,20	13,63
1La1	800	6,00	1,20	1,80	40	24	96	57,6	2,16	80,00	4,65	6,36	10,51	13,96	4,65	6,36	10,51	13,96
1La1	803	6,00	1,20	1,80	40	24	96	57,6	2,16	80,00	4,31	6,94	11,23	13,67	4,31	6,94	11,23	13,67
1La2	820	7,50	1,50	2,25	40	24	96	57,6	2,16	80,00	3,77	5,76	12,06	12,79	3,77	5,76	12,06	12,79
1La2	821	7,50	1,50	2,25	40	24	96	57,6	2,16	80,00	3,72	5,58	10,06	12,72	3,72	5,58	10,06	12,72
1La2	822	7,50	1,50	2,25	40	24	96	57,6	2,16	80,00	5,04	5,83	11,07	12,51	5,04	5,83	11,07	12,51
1La2	823	7,50	1,50	2,25	40	24	96	57,6	2,16	80,00	3,21	5,80	11,67	14,57	3,21	5,80	11,67	14,57
1La2	824	6,75	1,35	2,05	32	19,2	96	57,6	2,16	80,00	4,49	4,42	9,99	14,34	4,49	4,42	9,99	14,34
1La2	825	7,50	1,50	2,25	40	24	96	57,6	2,16	80,00	3,23	5,71	11,13	14,40	3,23	5,71	11,13	14,40
1La3	714	6,74	1,35	2,05	32	19,2	60	36	2,16	80,00	3,37	2,05	10,85	5,33	3,37	2,16	10,85	5,33
1La3	715	6,74	1,35	2,05	32	19,2	60	36	2,16	80,00	3,90	2,16	13,38	7,76	3,90	2,16	13,38	7,76
1La3	754	6,74	1,35	2,05	32	19,2	72	43,2	2,16	80,00	3,96	2,25	13,87	7,87	3,96	2,25	13,87	7,87
1La3	756	6,74	1,35	2,05	32	19,2	60	36	2,16	80,00	2,86	1,72	11,02	6,47	2,86	2,16	11,02	6,47
1La3	758	6,74	1,35	2,05	32	19,2	60	36	2,16	80,00	3,74	2,07	12,56	7,51	3,74	2,16	12,56	7,51
1La3	760	3,50	0,70	2,05	32	19,2	60	36	2,16	80,00	1,07	1,81	3,22	7,17	2,16	2,16	3,22	7,17
1La4	713	2,65	0,55	0,80	32	19,2	48	28,8	2,16	80,00	1,45	2,04	3,20	1,93	2,16	2,16	3,20	2,16
1La4	718	2,65	0,55	0,80	32	19,2	48	28,8	2,16	80,00	1,52	1,86	2,63	1,03	2,16	2,16	2,63	2,16
1La4	755	2,65	0,55	0,80	32	19,2	48	28,8	2,16	80,00	1,43	2,03	2,04	1,72	2,16	2,16	2,16	2,16
1La4	757	2,65	0,55	0,80	32	19,2	48	28,8	2,16	80,00	1,32	1,86	4,45	1,48	2,16	2,16	4,45	2,16
1La4	759	2,65	0,55	0,80	32	19,2	48	28,8	2,16	80,00	1,47	2,21	3,40	0,80	2,16	2,21	3,40	2,16
1La5	808	2,20	0,45	0,70	32	19,2	48	28,8	2,16	80,00	0,19	0,45	5,01	2,13	2,16	2,16	5,01	2,16
1La6	826	7,50	1,50	2,25	40	24	96	57,6	2,16	80,00	3,48	5,42	8,53	12,10	3,48	5,42	8,53	12,10
2La1	1040	3,50	0,70	1,05	32	19,2	48	28,8	2,16	80,00	1,37	1,71	3,37	1,34	2,16	2,16	3,37	2,16
2La1	1071	6,75	1,35	2,05	32	19,2	48	28,8	2,16	80,00	3,65	2,12	10,17	3,97	3,65	2,16	10,17	3,97
2La1	1072	6,75	1,35	2,05	32	19,2	60	36	2,16	80,00	4,13	1,19	12,64	5,06	4,13	2,16	12,64	5,06
2La1	1075	6,75	1,35	2,05	32	19,2	48	28,8	2,16	80,00	4,52	2,03	13,46	3,95	4,52	2,16	13,46	3,95
2La1	1076	6,75	1,35	2,05	32	19,2	48	28,8	2,16	80,00	3,97	1,23	12,45	4,91	3,97	2,16	12,45	4,91
2La1	1077	7,50	1,50	2,25	40	24	72	43,2	2,16	80,00	3,86	5,51	10,30	11,24	3,86	5,51	10,30	11,24
2La1	1080	7,50	1,50	2,25	40	24	96	57,6	2,16	80,00	3,80	5,24	9,43	11,55	3,80	5,24	9,43	11,55
2La1	1081	6,75	1,35	2,05	40	24	72	43,2	2,16	80,00	3,52	6,14	6,13	10,41	3,52	6,14	6,13	10,41
2La1	1082	7,50	1,50	2,25	40	24	96	57,6	2,16	80,00	3,37	5,57	12,03	14,42	3,37	5,57	12,03	14,42
2La1	1083	7,50	1,50	2,25	32	19,2	72	43,2	2,16	80,00	3,11	4,46	9,66	11,01	3,11	4,46	9,66	11,01
2La1	1084	2,90	0,60	0,90	32	19,2	72	43,2	2,16	80,00	0,93	2,15	12,09	8,13	2,16	2,16	12,09	8,13
2La1	1085	2,20	0,45	0,70	32	19,2	48	28,8	2,16	80,00	0,01	0,74	4,12	3,66	2,16	2,16	4,12	3,66
2La1	1086	7,50	1,50	2,25	40	24	96	57,6	2,16	80,00	3,30	5,65	11,42	13,68	3,30	5,65	11,42	13,68
2La1	1087	7,50	1,50	2,25	40	24	96	57,6	2,16	80,00	4,24	7,52	9,99	11,70	4,24	7,52	9,99	11,70
2La1	1111	6,75	1,35	2,05	32	19,2	48	28,8	2,16	80,00	4,50	1,28	12,11	3,90	4,50	2,16	12,11	3,90
3La1	1106	6,00	1,20	1,80	40	24	72	43,2	1,49	60,00	2,52	6,55	5,52	9,09	2,52	6,55	5,52	9,09
3La1	1107	6,00	1,20	1,80	40	24	72	43,2	1,49	60,00	2,44	6,27	5,21	9,10	2,44	6,27	5,21	9,10
3La1	1129	6,00	1,20	1,80	32	19,2	48	28,8	1,49	60,00	1,09	2,15	6,48	2,15	1,49	2,15	6,48	2,15

Seção	Painel	Solução para As,lx+				Solução para As,lx-ly+				Solução para As,lx-ly-				Armadura de distribuição			
		diâmetro [mm]	esp./varões	Asl [cm2]	diâmetro [mm]	esp./varões	Asl [cm2]	diâmetro [mm]	esp./varões	diâmetro [mm]	esp./varões	Asl [cm2]	diâmetro [mm]	diâmetro [mm]	esp./varões	Asl [cm2]	
1La1	761	8	10	5,03	8	10	5,03	16	12,5	16	12,5	16,08	16	8	15	3,35	
1La1	800	8	10	5,03	10	10	7,85	12	10	11,31	12,5	16,08	16	8	20	2,51	
1La1	803	8	10	5,03	10	10	7,85	12	10	11,31	12,5	16,08	16	8	20	2,51	
1La2	820	8	12,5	4,02	10	12,5	6,28	16	15	13,40	12,5	16,08	16	8	17,5	2,87	
1La2	821	8	12,5	4,02	10	12,5	6,28	12	10	11,31	12,5	16,08	16	8	20	2,51	
1La2	822	10	15	5,24	10	12,5	6,28	12	10	11,31	15	13,40	16	8	20	2,51	
1La2	823	8	15	3,35	10	12,5	6,28	16	15	13,40	12,5	16,08	16	8	17,5	2,87	
1La2	824	8	10	5,03	8	10	5,03	12	10	11,31	12,5	16,08	16	8	20	2,51	
1La2	825	8	15	3,35	10	12,5	6,28	12	10	11,31	12,5	16,08	16	8	20	2,51	
1La3	714	8	12,5	4,02	8	22,5	2,23	12	10	11,31	10	12,5	10	8	20	2,51	
1La3	715	8	12,5	4,02	8	22,5	2,23	16	15	13,40	10	10	8	8	17,5	2,87	
1La3	754	8	12,5	4,02	8	20	2,51	16	12,5	16,08	12	12,5	12	8	15	3,35	
1La3	756	8	17,5	2,87	8	22,5	2,23	12	10	11,31	10	10	10	8	20	2,51	
1La3	758	8	12,5	4,02	8	22,5	2,23	16	15	13,40	10	10	10	8	17,5	2,87	
1La3	760	8	22,5	2,23	8	22,5	2,23	8	15	3,35	10	10	8	8	22,5	2,23	
1La4	713	8	22,5	2,23	8	22,5	2,23	8	15	3,35	8	22,5	8	8	22,5	2,23	
1La4	718	8	22,5	2,23	8	22,5	2,23	8	17,5	2,87	8	22,5	8	8	22,5	2,23	
1La4	755	8	22,5	2,23	8	22,5	2,23	8	22,5	2,23	8	22,5	8	8	22,5	2,23	
1La4	757	8	22,5	2,23	8	22,5	2,23	8	10	5,03	8	22,5	8	8	22,5	2,23	
1La4	759	8	22,5	2,23	8	22,5	2,23	8	12,5	4,02	8	22,5	8	8	22,5	2,23	
1La5	808	8	22,5	2,23	8	22,5	2,23	8	10	5,03	8	22,5	8	8	22,5	2,23	
1La6	826	8	12,5	4,02	10	12,5	6,28	12	12,5	9,05	16	15	13,40	8	25	2,01	
2La1	1040	8	22,5	2,23	8	22,5	2,23	8	12,5	4,02	8	22,5	8	8	22,5	2,23	
2La1	1071	8	12,5	4,02	8	22,5	2,23	12	10	11,31	8	12,5	8	8	20	2,51	
2La1	1072	8	10	5,03	8	22,5	2,23	16	15	13,40	10	15	8	8	17,5	2,87	
2La1	1075	8	10	5,03	8	22,5	2,23	16	12,5	16,08	8	12,5	8	8	15	3,35	
2La1	1076	8	12,5	4,02	8	22,5	2,23	16	15	13,40	8	10	8	8	17,5	2,87	
2La1	1077	8	12,5	4,02	10	12,5	6,28	12	10	11,31	12	10	8	8	20	2,51	
2La1	1080	8	12,5	4,02	10	12,5	6,28	12	10	11,31	16	15	8	8	20	2,51	
2La1	1081	8	12,5	4,02	10	12,5	6,28	10	12,5	6,28	12	10	8	8	22,5	2,23	
2La1	1082	8	12,5	4,02	10	12,5	6,28	16	15	13,40	16	12,5	8	8	17,5	2,87	
2La1	1083	8	15	3,35	8	10	5,03	12	10	11,31	12	10	8	8	20	2,51	
2La1	1084	8	22,5	2,23	8	22,5	2,23	16	15	13,40	12	12,5	8	8	17,5	2,87	
2La1	1085	8	22,5	2,23	8	22,5	2,23	8	10	5,03	8	12,5	8	8	22,5	2,23	
2La1	1086	8	15	3,35	10	12,5	6,28	16	17,5	11,49	16	12,5	16	8	20	2,51	
2La1	1087	8	10	5,03	10	10	7,85	12	10	11,31	16	15	8	8	17,5	2,87	
2La1	1111	8	10	5,03	8	22,5	2,23	16	15	13,40	8	12,5	8	8	17,5	2,87	
3La1	1106	8	17,5	2,87	10	10	7,85	10	12,5	6,28	12	10	8	8	22,5	2,23	
3La1	1107	8	20	2,51	10	12,5	6,28	10	15	5,24	12	10	8	8	22,5	2,23	
3La1	1129	8	30	1,68	8	22,5	2,23	10	10	7,85	8	22,5	8	8	22,5	2,23	



C 25/30 S 500		$f_{cd}$ $f_{yd}$		16700 kPa 435000 kPa	
Seção	Barra	L [m]	b [m]	h [m]	d [m]
1VHA1	204	4,88	0,25	0,60	0,54
1VHA1	205	7,50	0,25	0,60	0,54
1VHA1	206	7,50	0,25	0,60	0,54
1VHA1	207	7,50	0,25	0,60	0,54
1VHA1	208	7,50	0,25	0,60	0,54
1VHA1	209	7,50	0,25	0,60	0,54
1VHA1	210	5,63	0,25	0,60	0,54
1VHA	318	5,82	0,25	0,60	0,54
1VHA	681	5,87	0,25	0,60	0,54
1VHB	671	6,75	0,25	1,20	1,14
1VHB	704	0,37	0,25	1,20	1,14
1VHB	705	2,85	0,25	1,20	1,14
1VHB	706	4,28	0,25	1,20	1,14
1VHB	707	2,52	0,25	1,20	1,14
1VHB	708	2,85	0,25	1,20	1,14
1VHB	709	2,13	0,25	1,20	1,14
1VHB	728	1,05	0,25	1,20	1,14
1VHB	729	3,18	0,25	1,20	1,14
1VHB	730	2,85	0,25	1,20	1,14
1VHB	731	0,22	0,25	1,20	1,14
1VHB	732	0,20	0,25	1,20	1,14
1VHB	734	1,95	0,25	1,20	1,14
1VHB	744	6,82	0,25	1,20	1,14
1VHB	745	0,68	0,25	1,20	1,14
1VHB	746	0,22	0,25	1,20	1,14
1VHB	747	5,33	0,25	1,20	1,14
1VHB	751	1,47	0,25	1,20	1,14
1VHB	752	2,85	0,25	1,20	1,14
1VHB	753	3,18	0,25	1,20	1,14
1VHC	252	3,50	0,25	0,70	0,64
1VHC	701	3,62	0,25	0,70	0,64
1VHC	702	2,85	0,25	0,70	0,64
1VHC	703	3,18	0,25	0,70	0,64
1VHC	710	3,62	0,25	0,70	0,64
1VHC	711	2,85	0,25	0,70	0,64
1VHC	712	3,18	0,25	0,70	0,64
1VHC	725	3,18	0,25	0,70	0,64
1VHC	726	2,85	0,25	0,70	0,64
1VHC	727	3,62	0,25	0,70	0,64
1VHC	741	3,62	0,25	0,70	0,64
1VHC	742	2,85	0,25	0,70	0,64
1VHC	743	3,18	0,25	0,70	0,64
1VHC	748	3,62	0,25	0,70	0,64

C 25/30 S 500		$f_{ctm}$ $f_{yk}$		2600 kPa 500000 kPa	
M <sub>yy</sub> + [kN.m]	M <sub>yy</sub> - [kN.m]	u+ [-]	u- [-]	w+ [-]	w- [-]
34,85	68,96	0,029	0,057	0,029	0,058
54,36	90,56	0,045	0,074	0,046	0,077
51,10	88,96	0,042	0,073	0,043	0,076
57,30	95,99	0,047	0,079	0,048	0,082
51,54	90,82	0,042	0,075	0,043	0,078
52,33	85,46	0,043	0,070	0,044	0,073
45,92	72,84	0,038	0,060	0,038	0,062
74,64	65,32	0,061	0,054	0,063	0,055
60,73	53,96	0,050	0,044	0,051	0,045
107,09	272,47	0,020	0,050	0,020	0,052
87,13	249,11	0,016	0,046	0,016	0,047
172,44	178,33	0,032	0,033	0,032	0,033
160,88	405,41	0,030	0,075	0,030	0,078
203,90	411,29	0,038	0,076	0,038	0,079
209,47	94,65	0,039	0,017	0,039	0,018
239,10	138,59	0,044	0,026	0,045	0,026
16,04	305,77	0,003	0,056	0,003	0,058
67,93	278,73	0,013	0,051	0,013	0,053
63,98	185,97	0,012	0,034	0,012	0,035
130,15	204,75	0,024	0,038	0,024	0,038
155,23	215,35	0,029	0,040	0,029	0,041
34,95	184,61	0,006	0,034	0,006	0,035
174,08	224,39	0,032	0,041	0,033	0,042
88,05	108,16	0,016	0,020	0,016	0,020
99,96	176,41	0,018	0,033	0,019	0,033
34,33	274,30	0,006	0,051	0,006	0,052
188,52	360,54	0,035	0,066	0,035	0,069
201,93	6,66	0,037	0,001	0,038	0,001
212,54	110,68	0,039	0,020	0,040	0,021
25,84	160,57	0,015	0,094	0,015	0,099
118,52	195,39	0,069	0,114	0,072	0,122
110,88	82,42	0,065	0,048	0,067	0,049
133,13	316,52	0,078	0,185	0,081	0,206
114,97	298,18	0,067	0,174	0,070	0,193
97,06	66,76	0,057	0,039	0,058	0,040
115,93	303,14	0,068	0,177	0,070	0,197
139,33	312,06	0,081	0,182	0,085	0,203
111,05	67,79	0,065	0,040	0,067	0,040
104,39	259,42	0,061	0,152	0,063	0,165
103,05	264,88	0,060	0,155	0,062	0,169
102,01	68,81	0,060	0,040	0,062	0,041
127,93	301,47	0,075	0,176	0,078	0,195
124,41	298,24	0,073	0,174	0,076	0,193

Sem armadura mínima	Asi+	Asi-
	[cm2]	[cm2]
	1,51	3,02
	2,37	4,01
	2,22	3,94
	2,50	4,26
	2,24	4,02
	2,28	3,78
	1,99	3,20
	3,28	2,86
	2,65	2,35
	2,18	5,64
	1,77	5,14
	3,53	3,66
	3,29	8,51
	4,19	8,63
	4,31	1,93
	4,93	2,83
	0,32	6,35
	1,38	5,77
	1,30	3,82
	2,66	4,21
	3,18	4,43
	0,71	3,79
	3,57	4,62
	1,79	2,20
	2,03	3,62
	0,69	5,68
	3,87	7,53
	4,15	0,13
	4,37	2,26
	0,94	6,07
	4,42	7,47
	4,12	3,04
	4,98	12,68
	4,28	11,85
	3,59	2,45
	4,32	12,08
	5,23	12,48
	4,13	2,49
	3,87	10,16
	3,82	10,39
	3,78	2,52
	4,78	12,00
	4,64	11,86

Com armadura mínima	Asi+	Asi-
	[cm2]	[cm2]
	1,83	3,02
	2,37	4,01
	2,22	3,94
	2,50	4,26
	2,24	4,02
	2,28	3,78
	1,99	3,20
	3,28	2,86
	2,65	2,35
	3,85	5,64
	3,85	5,14
	3,85	3,85
	3,85	8,51
	4,19	8,63
	4,31	3,85
	4,93	3,85
	3,85	6,35
	3,85	5,77
	3,85	3,85
	3,85	4,21
	3,85	4,43
	3,85	3,85
	3,85	4,62
	3,85	3,85
	3,85	3,85
	3,85	5,68
	3,87	7,53
	4,15	3,85
	4,37	3,85
	2,16	6,07
	4,42	7,47
	4,12	3,04
	4,98	12,68
	4,28	11,85
	3,59	2,45
	4,32	12,08
	5,23	12,48
	4,13	2,49
	3,87	10,16
	3,82	10,39
	3,78	2,52
	4,78	12,00
	4,64	11,86

[illegible]

Seção	Barra	L [m]	b [m]	h [m]	d [m]	Sem armadura mínima						Com armadura mínima		
						Myy+	Myy-	u+	u-	w+	w-	Asl,min [cm2]	Asl+ [cm2]	Asl- [cm2]
1VHC	749	2,85	0,25	0,70	0,64	98,62	72,90	0,058	0,043	0,059	0,044	2,16	3,65	2,68
1VHC	750	3,18	0,25	0,70	0,64	105,09	104,25	0,061	0,061	0,063	0,063	2,16	3,90	3,87
1VHD	218	6,03	0,20	0,30	0,24	21,12	49,92	0,110	0,259	0,117	0,306	0,65	2,15	5,65
1VHD	219	3,62	0,20	0,30	0,24	7,34	30,49	0,038	0,158	0,039	0,174	0,65	0,72	3,20
1VHD	220	3,22	0,20	0,30	0,24	12,06	19,16	0,063	0,100	0,065	0,105	0,65	1,19	1,94
1VHD	221	2,81	0,20	0,30	0,24	4,09	26,94	0,021	0,140	0,021	0,152	0,65	0,40	2,79
1VHD	222	6,03	0,20	0,30	0,24	21,12	50,26	0,110	0,261	0,117	0,309	0,65	2,15	5,69
1VHD	223	3,62	0,20	0,30	0,24	6,59	32,99	0,034	0,171	0,035	0,189	0,65	0,64	3,49
1VHD	225	3,62	0,20	0,30	0,24	6,60	33,86	0,034	0,176	0,035	0,195	0,65	0,64	3,59
1VHD	226	6,03	0,20	0,30	0,24	20,76	47,84	0,108	0,249	0,114	0,291	0,65	2,11	5,36
1VHD	227	3,62	0,20	0,30	0,24	7,45	32,03	0,039	0,166	0,040	0,183	0,65	0,73	3,38
1VHD	228	3,22	0,20	0,30	0,24	12,77	20,43	0,066	0,106	0,069	0,113	0,65	1,27	2,07
1VHD	215	3,50	0,20	0,30	0,24	4,41	26,46	0,023	0,138	0,023	0,149	0,65	0,43	2,74
1VHD	216	3,62	0,20	0,30	0,24	7,93	36,39	0,041	0,189	0,042	0,212	0,65	0,78	3,90
1VHD	229	2,81	0,20	0,30	0,24	3,59	23,83	0,019	0,124	0,019	0,133	0,65	0,35	2,44
1VHD	230	5,98	0,20	0,30	0,24	24,44	41,05	0,127	0,213	0,136	0,243	0,65	2,51	4,48
1VHD	770	5,98	0,20	0,30	0,24	25,28	43,51	0,131	0,226	0,141	0,260	0,65	2,61	4,79
1VHF	278	5,50	0,20	0,40	0,34	5,10	13,13	0,013	0,034	0,013	0,035	0,92	0,35	0,90
1VHF	279	5,50	0,20	0,40	0,34	19,48	39,04	0,050	0,101	0,052	0,107	0,92	1,35	2,79
1VVA	250	11,20	0,25	0,90	0,84	259,68	538,36	0,088	0,183	0,092	0,203	2,84	7,45	16,40
1VVA	251	2,25	0,25	0,90	0,84	34,43	283,56	0,012	0,096	0,012	0,101	2,84	0,95	8,17
1VVA	261	2,25	0,25	0,90	0,84	38,21	306,69	0,013	0,104	0,013	0,110	2,84	1,05	8,88
1VVA	262	11,20	0,25	0,90	0,84	275,99	565,45	0,094	0,192	0,099	0,215	2,84	7,94	17,34
1VVA	672	2,35	0,25	0,90	0,84	28,95	311,21	0,010	0,106	0,010	0,112	2,84	0,80	9,02
1VVA	676	2,35	0,25	0,90	0,84	37,77	324,17	0,013	0,110	0,013	0,117	2,84	1,04	9,42
1VVA	697	6,42	0,25	0,90	0,84	103,03	187,48	0,035	0,064	0,036	0,066	2,84	2,87	5,31
1VVA	698	3,60	0,25	0,90	0,84	3,33	101,32	0,001	0,034	0,001	0,035	2,84	0,09	2,82
1VVA	699	6,42	0,25	0,90	0,84	91,97	171,34	0,031	0,058	0,032	0,060	2,84	2,56	4,83
1VVA	700	3,60	0,25	0,90	0,84	12,04	102,96	0,004	0,035	0,004	0,036	2,84	0,33	2,87
1VVB	289	2,25	0,30	0,90	0,84	55,54	366,43	0,016	0,104	0,016	0,110	3,41	1,53	10,61
1VVB	290	11,20	0,30	0,90	0,84	372,64	647,25	0,105	0,183	0,112	0,204	3,41	10,80	19,72
1VVB	291	2,25	0,30	0,90	0,84	56,76	369,14	0,016	0,104	0,016	0,111	3,41	1,57	10,69
1VVB	292	11,20	0,30	0,90	0,84	372,49	654,04	0,105	0,185	0,112	0,206	3,41	10,80	19,96
1VVB	295	2,25	0,30	0,90	0,84	21,66	224,79	0,006	0,064	0,006	0,066	3,41	0,59	6,36
1VVB	296	8,45	0,30	0,90	0,84	286,38	417,31	0,081	0,118	0,085	0,126	3,41	8,18	12,19
1VVB	297	2,25	0,30	0,90	0,84	56,34	366,02	0,016	0,104	0,016	0,110	3,41	1,55	10,60
1VVB	298	11,20	0,30	0,90	0,84	369,78	661,72	0,105	0,187	0,111	0,209	3,41	10,71	20,22
1VVB	299	2,25	0,30	0,90	0,84	57,43	380,76	0,016	0,108	0,016	0,114	3,41	1,58	11,05
1VVB	300	11,20	0,30	0,90	0,84	373,49	654,24	0,106	0,185	0,112	0,206	3,41	10,83	19,96
1VVB	332	2,25	0,30	0,90	0,84	21,91	232,46	0,006	0,066	0,006	0,068	3,41	0,60	6,59
1VVB	333	8,45	0,30	0,90	0,84	286,37	407,31	0,081	0,115	0,085	0,123	3,41	8,18	11,88
1VVB	655	2,35	0,30	0,90	0,84	76,55	388,12	0,022	0,110	0,022	0,117	3,41	2,12	11,28

Seção	Barra	L [m]	b [m]	h [m]	d [m]
1VVB	669	2,35	0,30	0,90	0,84
1VVB	673	2,35	0,30	0,90	0,84
1VVB	683	2,20	0,30	0,90	0,84
1VVB	684	2,20	0,30	0,90	0,84
1VVB	685	2,35	0,30	0,90	0,84
1VVC1	677	5,89	0,20	0,60	0,54
1VVC1	678	3,33	0,20	0,60	0,54
1VVC1	679	4,53	0,20	0,60	0,54
1VVC1	680	1,80	0,20	0,60	0,54
1VVC	682	6,50	0,20	0,60	0,54
1VVE	687	6,42	0,20	0,70	0,64
1VVE	688	6,42	0,20	0,70	0,64
1VVE	689	6,42	0,20	0,70	0,64
1VVE	690	6,42	0,20	0,70	0,64
1VVE	692	6,42	0,20	0,70	0,64
1VVE	723	6,42	0,20	0,70	0,64
1VVE	736	6,42	0,20	0,70	0,64
1VVE	737	6,42	0,20	0,70	0,64
1VVE	739	6,42	0,20	0,70	0,64
1VVE	740	6,42	0,20	0,70	0,64
2VHA	953	7,50	0,25	0,80	0,74
2VHA	954	7,50	0,25	0,80	0,74
2VHA	955	7,50	0,25	0,80	0,74
2VHA	956	4,88	0,25	0,80	0,74
2VHA	950	5,63	0,25	0,80	0,74
2VHA	951	7,50	0,25	0,80	0,74
2VHA	952	7,50	0,25	0,80	0,74
2VHB	1012	1,47	0,20	0,80	0,74
2VHB	1013	2,85	0,20	0,80	0,74
2VHB	1014	3,18	0,20	0,80	0,74
2VHB	995	0,37	0,20	0,80	0,74
2VHB	996	6,75	0,20	0,80	0,74
2VHB	997	2,85	0,20	0,80	0,74
2VHB	998	4,28	0,20	0,80	0,74
2VHB	999	2,52	0,20	0,80	0,74
2VHB	1000	2,85	0,20	0,80	0,74
2VHB	1001	2,13	0,20	0,80	0,74
2VHB	1002	1,05	0,20	0,80	0,74
2VHB	1003	3,18	0,20	0,80	0,74
2VHB	1004	2,85	0,20	0,80	0,74
2VHB	1005	0,22	0,20	0,80	0,74
2VHB	1006	0,20	0,20	0,80	0,74
2VHB	1007	6,82	0,20	0,80	0,74
2VHB	1008	0,68	0,20	0,80	0,74
2VHB	1009	1,95	0,20	0,80	0,74

Myy+	Myy-	u+	u-	w+	w-
[kN.m]	[kN.m]	[-]	[-]	[-]	[-]
30,96	416,14	0,009	0,118	0,009	0,126
5,27	424,37	0,001	0,120	0,001	0,128
43,02	66,61	0,012	0,019	0,012	0,019
21,00	90,64	0,006	0,026	0,006	0,026
23,25	418,51	0,007	0,118	0,007	0,126
60,89	80,21	0,063	0,082	0,065	0,086
4,24	65,84	0,004	0,068	0,004	0,070
37,49	50,30	0,038	0,052	0,039	0,053
7,44	63,56	0,008	0,065	0,008	0,068
82,25	76,25	0,084	0,078	0,088	0,082
83,35	152,33	0,061	0,111	0,063	0,118
77,06	102,56	0,056	0,075	0,058	0,078
92,75	97,26	0,068	0,071	0,070	0,074
94,13	79,21	0,069	0,058	0,071	0,060
80,32	117,29	0,059	0,086	0,061	0,090
89,54	64,49	0,065	0,047	0,068	0,048
89,00	104,43	0,065	0,076	0,067	0,079
57,67	83,40	0,042	0,061	0,043	0,063
70,36	108,31	0,051	0,079	0,053	0,083
78,35	121,70	0,057	0,089	0,059	0,093
56,23	99,95	0,025	0,044	0,025	0,045
57,83	109,03	0,025	0,048	0,026	0,049
61,75	108,42	0,027	0,047	0,027	0,049
25,92	77,59	0,011	0,034	0,011	0,035
43,08	79,70	0,019	0,035	0,019	0,035
57,62	103,08	0,025	0,045	0,026	0,046
59,94	111,07	0,026	0,049	0,027	0,050
37,39	190,38	0,020	0,104	0,021	0,110
190,96	40,04	0,104	0,022	0,111	0,022
169,34	38,81	0,093	0,021	0,097	0,021
118,57	156,45	0,065	0,086	0,067	0,090
131,82	190,73	0,072	0,104	0,075	0,110
126,65	178,88	0,069	0,098	0,072	0,103
97,94	189,24	0,054	0,103	0,055	0,109
93,33	184,45	0,051	0,101	0,052	0,107
107,23	53,10	0,059	0,029	0,060	0,029
114,37	75,15	0,063	0,041	0,065	0,042
1,24	152,90	0,001	0,084	0,001	0,087
26,69	148,42	0,015	0,081	0,015	0,085
67,70	169,76	0,037	0,093	0,038	0,098
109,85	146,34	0,060	0,080	0,062	0,083
108,75	153,66	0,059	0,084	0,061	0,088
148,16	160,14	0,081	0,088	0,085	0,092
12,12	171,97	0,007	0,094	0,007	0,099
75,96	130,55	0,042	0,071	0,042	0,074

Sem armadura mínima	Asl+	Asl-
	[cm2]	[cm2]
	0,85	12,15
	0,14	12,41
	1,18	1,84
	0,58	2,51
	0,64	12,23
	2,68	3,57
	0,18	2,90
	1,63	2,20
	0,32	2,80
	3,66	3,38
	3,09	5,82
	2,85	3,83
	3,45	3,63
	3,51	2,93
	2,98	4,41
	3,33	2,37
	3,31	3,91
	2,12	3,09
	2,60	4,06
	2,90	4,59
	1,77	3,18
	1,82	3,47
	1,94	3,45
	0,81	2,45
	1,35	2,52
	1,81	3,28
	1,89	3,54
	1,17	6,26
	6,28	1,26
	5,53	1,22
	3,81	5,09
	4,25	6,27
	4,08	5,86
	3,13	6,22
	2,98	6,05
	3,43	1,67
	3,67	2,38
	0,04	4,97
	0,84	4,81
	2,14	5,54
	3,52	4,74
	3,49	4,99
	4,81	5,21
	0,38	5,62
	2,41	4,21

Com armadura mínima	AsI+	AsI-
	[cm2]	[cm2]
	3,41	12,15
	3,41	12,41
	3,41	3,41
	3,41	3,41
	3,41	12,23
	2,68	3,57
	1,46	2,90
	1,63	2,20
	1,46	2,80
	3,66	3,38
	3,09	5,82
	2,85	3,83
	3,45	3,63
	3,51	2,93
	2,98	4,41
	3,33	2,37
	3,31	3,91
	2,12	3,09
	2,60	4,06
	2,90	4,59
	2,50	3,18
	2,50	3,47
	2,50	3,45
	2,50	2,50
	2,50	2,52
	2,50	3,28
	2,50	3,54
	2,00	6,26
	6,28	2,00
	5,53	2,00
	3,81	5,09
	4,25	6,27
	4,08	5,86
	3,13	6,22
	2,98	6,05
	3,43	2,00
	3,67	2,38
	2,00	4,97
	2,00	4,81
	2,14	5,54
	3,52	4,74
	3,49	4,99
	4,81	5,21
	2,00	5,62
	2,41	4,21

Seção	Barra	L [m]	b [m]	h [m]	d [m]
2VHB	1010	0,22	0,20	0,80	0,74
2VHB	1011	5,33	0,20	0,80	0,74
2VHC	979	3,62	0,25	0,80	0,74
2VHC	980	2,85	0,25	0,80	0,74
2VHC	981	3,18	0,25	0,80	0,74
2VHC	982	3,62	0,25	0,80	0,74
2VHC	983	2,85	0,25	0,80	0,74
2VHC	984	3,18	0,25	0,80	0,74
2VHC	985	3,18	0,25	0,80	0,74
2VHC	986	2,85	0,25	0,80	0,74
2VHC	987	3,62	0,25	0,80	0,74
2VHC	988	3,62	0,25	0,80	0,74
2VHC	989	2,85	0,25	0,80	0,74
2VHC	990	3,18	0,25	0,80	0,74
2VHC	991	3,62	0,25	0,80	0,74
2VHC	992	2,85	0,25	0,80	0,74
2VHC	993	3,18	0,25	0,80	0,74
2VHC	920	3,50	0,25	0,80	0,74
2VHE	1041	5,98	0,20	0,30	0,24
2VHE	1042	2,81	0,20	0,30	0,24
2VHE	1043	3,22	0,20	0,30	0,24
2VHE	1044	3,62	0,20	0,30	0,24
2VHE	1045	6,03	0,20	0,30	0,24
2VHE	1046	3,62	0,20	0,30	0,24
2VHE	1047	3,62	0,20	0,30	0,24
2VHE	1048	6,03	0,20	0,30	0,24
2VHE	1049	2,81	0,20	0,30	0,24
2VHE	1050	3,22	0,20	0,30	0,24
2VHE	1051	3,62	0,20	0,30	0,24
2VHE	1052	6,03	0,20	0,30	0,24
2VHE	1053	3,62	0,20	0,30	0,24
2VHE	1054	3,50	0,20	0,30	0,24
2VHE	1055	5,98	0,20	0,30	0,24
2VHF	1078	5,50	0,20	0,40	0,34
2VHF	1079	5,50	0,20	0,40	0,34
2VVA	957	6,42	0,30	0,80	0,74
2VVA	917	11,20	0,30	0,80	0,74
2VVA	918	2,35	0,30	0,80	0,74
2VVA	919	6,42	0,30	0,80	0,74
2VVA	928	2,35	0,30	0,80	0,74
2VVA	929	11,20	0,30	0,80	0,74
2VVA	948	2,25	0,30	0,80	0,74
2VVA	949	2,25	0,30	0,80	0,74
2VVB	958	2,20	0,30	0,90	0,84
2VVB	930	2,25	0,30	0,90	0,84

Myy+	Myy-	u+	u-	w+	w-
[kN.m]	[kN.m]	[-]	[-]	[-]	[-]
24,64	76,74	0,013	0,042	0,014	0,043
60,39	186,01	0,033	0,102	0,034	0,107
64,26	144,17	0,028	0,063	0,029	0,065
86,51	52,72	0,038	0,023	0,039	0,023
48,45	182,69	0,021	0,080	0,021	0,083
64,72	179,19	0,028	0,078	0,029	0,082
83,69	69,83	0,037	0,031	0,037	0,031
58,76	184,34	0,026	0,081	0,026	0,084
52,32	186,64	0,023	0,082	0,023	0,085
77,88	57,98	0,034	0,025	0,035	0,026
61,53	168,43	0,027	0,074	0,027	0,077
53,88	166,40	0,024	0,073	0,024	0,076
72,79	25,35	0,032	0,011	0,032	0,011
29,26	200,14	0,013	0,088	0,013	0,092
83,58	207,51	0,037	0,091	0,037	0,095
160,62	107,13	0,070	0,047	0,073	0,048
111,77	58,72	0,049	0,026	0,050	0,026
33,00	105,38	0,014	0,046	0,015	0,047
13,01	6,78	0,068	0,035	0,070	0,036
3,19	5,31	0,017	0,028	0,017	0,028
0,20	4,17	0,001	0,022	0,001	0,022
0,48	5,84	0,002	0,030	0,002	0,031
9,55	6,76	0,050	0,035	0,051	0,036
1,30	6,22	0,007	0,032	0,007	0,033
1,23	6,32	0,006	0,033	0,006	0,033
10,06	6,88	0,052	0,036	0,054	0,036
2,75	5,47	0,014	0,028	0,014	0,029
0,38	4,05	0,002	0,021	0,002	0,021
0,57	5,71	0,003	0,030	0,003	0,030
9,56	7,12	0,050	0,037	0,051	0,038
1,49	6,63	0,008	0,034	0,008	0,035
1,65	5,50	0,009	0,029	0,009	0,029
12,43	6,37	0,065	0,033	0,067	0,034
11,64	22,92	0,030	0,059	0,031	0,061
30,03	55,71	0,078	0,144	0,081	0,157
51,88	101,21	0,019	0,037	0,019	0,038
191,24	344,90	0,070	0,126	0,072	0,135
26,04	116,24	0,009	0,042	0,010	0,043
60,28	89,63	0,022	0,033	0,022	0,033
45,12	113,21	0,016	0,041	0,017	0,042
210,29	373,84	0,077	0,136	0,080	0,147
7,37	26,60	0,003	0,010	0,003	0,010
0,07	33,96	0,000	0,012	0,000	0,012
2,73	82,92	0,001	0,023	0,001	0,024
75,43	382,43	0,021	0,108	0,022	0,115

Sem armadura mínima	Asl+	Asl-
	[cm2]	[cm2]
	0,77	2,44
	1,91	6,11
	2,03	4,63
	2,74	1,66
	1,52	5,92
	2,04	5,80
	2,65	2,20
	1,85	5,98
	1,64	6,06
	2,46	1,82
	1,94	5,44
	1,69	5,37
	2,30	0,79
	0,91	6,52
	2,65	6,77
	5,18	3,41
	3,56	1,85
	1,03	3,35
	1,29	0,66
	0,31	0,52
	0,02	0,40
	0,05	0,57
	0,94	0,66
	0,12	0,61
	0,12	0,62
	0,99	0,67
	0,27	0,53
	0,04	0,39
	0,05	0,56
	0,94	0,70
	0,14	0,65
	0,16	0,53
	1,23	0,62
	0,80	1,60
	2,12	4,09
	1,63	3,20
	6,16	11,49
	0,81	3,69
	1,89	2,83
	1,41	3,59
	6,80	12,54
	0,23	0,83
	0,00	1,06
	0,07	2,30
	2,09	11,10

Com armadura mínima	AsI+ [cm2]	AsI- [cm2]
	2,00	2,44
	2,00	6,11
	2,50	4,63
	2,74	2,50
	2,50	5,92
	2,50	5,80
	2,65	2,50
	2,50	5,98
	2,50	6,06
	2,50	2,50
	2,50	5,44
	2,50	5,37
	2,50	2,50
	2,50	6,52
	2,65	6,77
	5,18	3,41
	3,56	2,50
	2,50	3,35
	1,29	0,66
	0,65	0,65
	0,65	0,65
	0,65	0,65
	0,94	0,66
	0,65	0,65
	0,65	0,65
	0,99	0,67
	0,65	0,65
	0,65	0,65
	0,65	0,65
	0,94	0,70
	0,65	0,65
	0,65	0,65
	1,23	0,65
	0,92	1,60
	2,12	4,09
	3,00	3,20
	6,16	11,49
	3,00	3,69
	3,00	3,00
	3,00	3,59
	6,80	12,54
	3,00	3,00
	3,00	3,00
	3,41	3,41
	3,41	11,10

Seção	Barra	L [m]	b [m]	h [m]	d [m]
2VVB	931	11,20	0,30	0,90	0,84
2VVB	932	2,35	0,30	0,90	0,84
2VVB	933	2,25	0,30	0,90	0,84
2VVB	934	11,20	0,30	0,90	0,84
2VVB	935	2,35	0,30	0,90	0,84
2VVB	936	2,25	0,30	0,90	0,84
2VVB	937	8,45	0,30	0,90	0,84
2VVB	938	2,20	0,30	0,90	0,84
2VVB	939	2,25	0,30	0,90	0,84
2VVB	940	8,45	0,30	0,90	0,84
2VVB	941	2,25	0,30	0,90	0,84
2VVB	942	11,20	0,30	0,90	0,84
2VVB	943	2,35	0,30	0,90	0,84
2VVB	944	2,25	0,30	0,90	0,84
2VVB	946	11,20	0,30	0,90	0,84
2VVB	947	2,35	0,30	0,90	0,84
2VVD	845	2,60	0,20	0,40	0,34
2VVE	969	6,42	0,20	0,50	0,44
2VVE	970	6,42	0,20	0,50	0,44
2VVE	971	6,42	0,20	0,50	0,44
2VVE	972	6,42	0,20	0,50	0,44
2VVE	973	6,42	0,20	0,50	0,44
2VVE	974	6,42	0,20	0,50	0,44
2VVE	975	6,42	0,20	0,50	0,44
2VVE	976	6,42	0,20	0,50	0,44
2VVE	977	6,42	0,20	0,50	0,44
2VVE	978	6,42	0,20	0,50	0,44
3VHC	1091	3,50	0,20	0,40	0,34
3VHC	1092	9,65	0,20	0,40	0,34
3VHC	1093	9,65	0,20	0,40	0,34
3VHC	1094	9,65	0,20	0,40	0,34
3VHC	1095	9,65	0,20	0,40	0,34
3VHC	1096	9,65	0,20	0,40	0,34
3VHC	1103	5,98	0,20	0,40	0,34
3VHC	1105	5,98	0,20	0,40	0,34
3VA	1088	11,20	0,20	0,60	0,54
3VA	1089	2,35	0,20	0,60	0,54
3VA	1090	6,42	0,20	0,60	0,54
3VA	1098	6,42	0,20	0,60	0,54
3VA	1099	2,35	0,20	0,60	0,54
3VA	1100	11,20	0,20	0,60	0,54
3VA	1101	2,25	0,20	0,60	0,54
3VA	1102	2,25	0,20	0,60	0,54

Myy+	Myy-	u+	u-	w+	w-
[kN.m]	[kN.m]	[-]	[-]	[-]	[-]
410,16	647,63	0,116	0,183	0,124	0,204
54,22	473,13	0,015	0,134	0,015	0,144
69,90	357,12	0,020	0,101	0,020	0,107
375,16	626,45	0,106	0,177	0,112	0,197
76,33	482,68	0,022	0,137	0,022	0,147
31,69	197,99	0,009	0,056	0,009	0,058
293,74	330,66	0,083	0,094	0,087	0,098
4,63	77,40	0,001	0,022	0,001	0,022
28,79	238,68	0,008	0,068	0,008	0,070
300,66	298,76	0,085	0,085	0,089	0,088
71,74	363,70	0,020	0,103	0,021	0,109
381,29	615,58	0,108	0,174	0,114	0,193
58,78	459,16	0,017	0,130	0,017	0,140
69,98	362,14	0,020	0,102	0,020	0,108
388,51	629,20	0,110	0,178	0,117	0,197
33,01	457,44	0,009	0,129	0,009	0,139
1,55	36,52	0,004	0,095	0,004	0,100
43,24	63,30	0,067	0,098	0,069	0,103
43,82	75,90	0,068	0,117	0,070	0,125
46,89	52,59	0,073	0,081	0,075	0,085
51,23	44,66	0,079	0,069	0,083	0,072
53,53	37,20	0,083	0,058	0,087	0,059
53,14	54,08	0,082	0,084	0,086	0,087
50,12	56,41	0,078	0,087	0,081	0,091
43,49	64,36	0,067	0,100	0,070	0,105
42,94	61,39	0,066	0,095	0,069	0,100
30,00	64,17	0,046	0,099	0,048	0,103
3,49	34,15	0,009	0,088	0,009	0,093
17,93	41,65	0,046	0,108	0,048	0,114
12,62	35,65	0,033	0,092	0,033	0,097
17,19	40,41	0,045	0,105	0,046	0,111
17,22	37,88	0,045	0,098	0,046	0,103
11,72	50,85	0,030	0,132	0,031	0,142
33,56	40,75	0,087	0,106	0,091	0,112
34,22	36,71	0,089	0,095	0,093	0,100
88,66	131,52	0,091	0,135	0,096	0,146
19,26	64,64	0,020	0,066	0,020	0,069
33,00	53,52	0,034	0,055	0,034	0,057
32,87	60,70	0,034	0,062	0,034	0,064
24,84	54,55	0,026	0,056	0,026	0,058
92,52	133,61	0,095	0,137	0,100	0,148
10,88	30,75	0,011	0,032	0,011	0,032
10,22	31,96	0,010	0,033	0,011	0,033

Sem armadura mínima	Asl+ [cm2]	Asl- [cm2]
	11,96	19,74
	150	13,95
	193	10,32
	10,88	19,01
	2,11	14,26
	0,87	5,58
	8,40	9,52
	0,13	2,14
	0,79	6,77
	8,61	8,55
	198	10,53
	11,07	18,64
	162	13,51
	193	10,48
	11,29	19,11
	0,91	13,45
	0,11	2,60
	2,34	3,49
	2,37	4,23
	2,55	2,87
	2,79	2,42
	2,92	2,00
	2,90	2,95
	2,73	3,09
	2,35	3,55
	2,32	3,38
	1,61	3,54
	0,24	2,42
	1,24	2,99
	0,87	2,53
	1,19	2,89
	1,19	2,70
	0,80	3,70
	2,38	2,92
	2,43	2,61
	3,96	6,04
	0,83	2,85
	1,43	2,34
	1,42	2,67
	1,07	2,39
	4,15	6,14
	0,47	1,33
	0,44	1,38

Com armadura mínima	AsI+ [cm2]	AsI- [cm2]
	11,96	19,74
	3,41	13,95
	3,41	10,32
	10,88	19,01
	3,41	14,26
	3,41	5,58
	8,40	9,52
	3,41	3,41
	3,41	6,77
	8,61	8,55
	3,41	10,53
	11,07	18,64
	3,41	13,51
	3,41	10,48
	11,29	19,11
	3,41	13,45
	0,92	2,60
	2,34	3,49
	2,37	4,23
	2,55	2,87
	2,79	2,42
	2,92	2,00
	2,90	2,95
	2,73	3,09
	2,35	3,55
	2,32	3,38
	1,61	3,54
	0,92	2,42
	1,24	2,99
	0,92	2,53
	1,19	2,89
	1,19	2,70
	0,92	3,70
	2,38	2,92
	2,43	2,61
	3,96	6,04
	1,46	2,85
	1,46	2,34
	1,46	2,67
	1,46	2,39
	4,15	6,14
	1,46	1,46
	1,46	1,46

Armadura Superior																	
Seção	Barra	Armadura					Armadura - nível 2						lb,inf [cm]	lb,min [cm]	lbd,sup [cm]	lb,min [cm]	
		diâmetro [mm]	nº de varões	Asl,1 [cm2]	ds [cm]	diâmetro [mm]	nº de varões	Asl,2 [cm2]	ds [cm]								
1VHA1	204	10	3	2,36	4,40	12	3	3,39	4,10	-	-	-	-	40	24	72	43,2
1VHA1	205	12	3	3,39	4,10	16	2	4,02	8,60	-	-	-	-	48	28,8	96	57,6
1VHA1	206	10	3	2,36	4,40	16	2	4,02	8,60	-	-	-	-	40	24	96	57,6
1VHA1	207	12	3	3,39	4,10	18	2	5,09	8,20	-	-	-	-	48	28,8	108	64,8
1VHA1	208	10	3	2,36	4,40	18	2	5,09	8,20	-	-	-	-	40	24	108	64,8
1VHA1	209	10	3	2,36	4,40	16	2	4,02	8,60	-	-	-	-	40	24	96	57,6
1VHA1	210	10	3	2,36	4,40	16	2	4,02	8,60	-	-	-	-	40	24	96	57,6
1VHA	318	12	3	3,39	4,10	16	2	4,02	8,60	-	-	-	-	48	28,8	96	57,6
1VHA	681	12	3	3,39	4,10	16	2	4,02	8,60	-	-	-	-	48	28,8	96	57,6
1VHB	671	16	3	6,03	3,50	18	3	7,63	3,20	-	-	-	-	64	38,4	108	64,8
1VHB	704	16	3	6,03	3,50	18	3	7,63	3,20	-	-	-	-	64	38,4	108	64,8
1VHB	705	16	3	6,03	3,50	16	2	4,02	8,60	-	-	-	-	64	38,4	96	57,6
1VHB	706	16	3	6,03	3,50	20	3	9,42	2,90	-	-	-	-	64	38,4	120	72
1VHB	707	16	3	6,03	3,50	20	3	9,42	2,90	-	-	-	-	64	38,4	120	72
1VHB	708	16	3	6,03	3,50	16	2	4,02	8,60	-	-	-	-	64	38,4	96	57,6
1VHB	709	16	3	6,03	3,50	16	2	4,02	8,60	-	-	-	-	64	38,4	96	57,6
1VHB	728	16	3	6,03	3,50	18	3	7,63	3,20	-	-	-	-	64	38,4	108	64,8
1VHB	729	16	3	6,03	3,50	18	3	7,63	3,20	-	-	-	-	64	38,4	108	64,8
1VHB	730	16	3	6,03	3,50	16	2	4,02	8,60	-	-	-	-	64	38,4	96	57,6
1VHB	731	16	3	6,03	3,50	18	2	5,09	8,20	-	-	-	-	64	38,4	108	64,8
1VHB	732	16	3	6,03	3,50	18	2	5,09	8,20	-	-	-	-	64	38,4	108	64,8
1VHB	734	16	3	6,03	3,50	16	2	4,02	8,60	-	-	-	-	64	38,4	96	57,6
1VHB	744	16	3	6,03	3,50	20	2	6,28	7,80	-	-	-	-	64	38,4	120	72
1VHB	745	16	3	6,03	3,50	16	2	4,02	8,60	-	-	-	-	64	38,4	96	57,6
1VHB	746	16	3	6,03	3,50	16	2	4,02	8,60	-	-	-	-	64	38,4	96	57,6
1VHB	747	16	3	6,03	3,50	18	3	7,63	3,20	-	-	-	-	64	38,4	108	64,8
1VHB	751	16	3	6,03	3,50	18	3	7,63	3,20	-	-	-	-	64	38,4	108	64,8
1VHB	752	16	3	6,03	3,50	16	2	4,02	8,60	-	-	-	-	64	38,4	96	57,6
1VHB	753	16	3	6,03	3,50	16	2	4,02	8,60	-	-	-	-	64	38,4	96	57,6
1VHC	252	16	3	6,03	3,50	18	3	7,63	3,20	-	-	-	-	64	38,4	108	64,8
1VHC	701	16	3	6,03	3,50	18	3	7,63	3,20	-	-	-	-	64	38,4	108	64,8
1VHC	702	16	3	6,03	3,50	16	2	4,02	8,60	-	-	-	-	64	38,4	96	57,6
1VHC	703	16	3	6,03	3,50	20	3	9,42	2,90	18	2	5,09	8,20	64	38,4	120	72
1VHC	710	16	3	6,03	3,50	20	3	9,42	2,90	18	2	5,09	8,20	64	38,4	120	72
1VHC	711	16	3	6,03	3,50	16	2	4,02	8,60	-	-	-	-	64	38,4	96	57,6
1VHC	712	16	3	6,03	3,50	20	3	9,42	2,90	18	2	5,09	8,20	64	38,4	120	72
1VHC	725	16	3	6,03	3,50	20	3	9,42	2,90	18	2	5,09	8,20	64	38,4	120	72
1VHC	726	16	3	6,03	3,50	16	2	4,02	8,60	-	-	-	-	64	38,4	96	57,6
1VHC	727	16	3	6,03	3,50	20	3	9,42	2,90	18	2	5,09	8,20	64	38,4	120	72
1VHC	741	16	3	6,03	3,50	20	3	9,42	2,90	18	2	5,09	8,20	64	38,4	120	72
1VHC	742	16	3	6,03	3,50	16	2	4,02	8,60	-	-	-	-	64	38,4	96	57,6
1VHC	743	16	3	6,03	3,50	20	3	9,42	2,90	18	2	5,09	8,20	64	38,4	120	72
1VHC	748	16	3	6,03	3,50	20	3	9,42	2,90	18	2	5,09	8,20	64	38,4	120	72

Armadura Superior															
Seção	Barra	Armadura				Armadura - nível 2				lb,inf [cm]	lb,min [cm]	lbd,sup [cm]	lb,min [cm]		
		diâmetro [mm]	nº de varões	Asl,1 [cm2]	ds [cm]	diâmetro [mm]	nº de varões	Asl,2 [cm2]	ds [cm]						
1VHC	749	16	3	6,03	3,50	16	2	4,02	8,60	-	-	96	38,4	96	57,6
1VHC	750	16	3	6,03	3,50	16	2	4,02	8,60	-	-	96	38,4	96	57,6
1VHD	218	12	2	2,26	4,40	20	2	6,28	2,80	-	-	120	28,8	120	72
1VHD	219	8	3	1,51	2,20	16	2	4,02	3,60	-	-	96	19,2	96	57,6
1VHD	220	8	3	1,51	2,20	12	2	2,26	4,40	-	-	72	19,2	72	43,2
1VHD	221	8	3	1,51	2,20	16	2	4,02	3,60	-	-	96	19,2	96	57,6
1VHD	222	12	2	2,26	4,40	20	2	6,28	2,80	-	-	120	28,8	120	72
1VHD	223	8	3	1,51	2,20	16	2	4,02	3,60	-	-	96	19,2	96	57,6
1VHD	225	8	3	1,51	2,20	16	2	4,02	3,60	-	-	96	19,2	96	57,6
1VHD	226	12	2	2,26	4,40	20	2	6,28	2,80	-	-	120	28,8	120	72
1VHD	227	8	3	1,51	2,20	16	2	4,02	3,60	-	-	96	19,2	96	57,6
1VHD	228	8	3	1,51	2,20	12	2	2,26	4,40	-	-	72	19,2	72	43,2
1VHD	215	8	3	1,51	2,20	16	2	4,02	3,60	-	-	96	19,2	96	57,6
1VHD	216	8	3	1,51	2,20	16	2	4,02	3,60	-	-	96	19,2	96	57,6
1VHD	229	8	3	1,51	2,20	16	2	4,02	3,60	-	-	96	19,2	96	57,6
1VHD	230	16	2	4,02	3,60	18	2	5,09	3,20	-	-	108	38,4	108	64,8
1VHD	770	16	2	4,02	3,60	18	2	5,09	3,20	-	-	108	38,4	108	64,8
1VHF	278	8	3	1,51	2,20	10	2	1,57	4,80	-	-	60	19,2	60	36
1VHF	279	8	3	1,51	2,20	16	2	4,02	3,60	-	-	96	19,2	96	57,6
1VWA	250	20	3	9,42	2,90	20	3	9,42	2,90	20	3	9,42	48	120	72
1VWA	251	12	3	3,39	4,10	20	3	9,42	2,90	-	-	120	28,8	120	72
1VWA	261	12	3	3,39	4,10	20	3	9,42	2,90	-	-	120	28,8	120	72
1VWA	262	20	3	9,42	2,90	20	3	9,42	2,90	20	3	9,42	48	120	72
1VWA	672	12	3	3,39	4,10	20	3	9,42	2,90	-	-	120	28,8	120	72
1VWA	676	12	3	3,39	4,10	20	3	9,42	2,90	-	-	120	28,8	120	72
1VWA	697	16	2	4,02	8,60	20	2	6,28	7,80	-	-	96	38,4	120	72
1VWA	698	12	3	3,39	4,10	16	2	4,02	8,60	-	-	96	28,8	96	57,6
1VWA	699	16	2	4,02	8,60	18	2	5,09	8,20	-	-	108	38,4	108	64,8
1VWA	700	12	3	3,39	4,10	16	2	4,02	8,60	-	-	96	28,8	96	57,6
1VVB	289	16	3	6,03	6,00	20	4	12,57	2,93	-	-	120	38,4	120	72
1VVB	290	20	4	12,57	2,93	20	3	9,42	5,40	20	3	9,42	48	120	72
1VVB	291	16	3	6,03	6,00	20	4	12,57	2,93	-	-	120	38,4	120	72
1VVB	292	20	4	12,57	2,93	20	3	9,42	5,40	20	3	9,42	48	120	72
1VVB	295	16	3	6,03	6,00	18	3	7,63	5,70	-	-	108	38,4	108	64,8
1VVB	296	18	4	10,18	3,20	20	4	12,57	2,93	-	-	120	43,2	120	72
1VVB	297	18	4	10,18	3,20	20	4	12,57	2,93	-	-	120	43,2	120	72
1VVB	298	20	4	12,57	2,93	20	3	9,42	5,40	20	3	9,42	48	120	72
1VVB	299	18	4	10,18	3,20	20	4	12,57	2,93	-	-	120	43,2	120	72
1VVB	300	20	4	12,57	2,93	20	3	9,42	5,40	20	3	9,42	48	120	72
1VVB	332	16	3	6,03	6,00	18	3	7,63	5,70	-	-	108	38,4	108	64,8
1VVB	333	18	4	10,18	3,20	20	4	12,57	2,93	-	-	120	43,2	120	72
1VVB	655	16	4	8,04	3,47	20	4	12,57	2,93	-	-	120	38,4	120	72

Armadura Superior																	
Seção	Barra	Armadura Inferior					Armadura					Armadura - nível 2					
		diâmetro [mm]	nº de varões	Asl [cm2]	ds [cm]	ds [cm]	diâmetro [mm]	nº de varões	Asl,1 [cm2]	ds [cm]	diâmetro [mm]	nº de varões	Asl,2 [cm2]	ds [cm]	lb,inf [cm]	lb,min [cm]	lb,sup [cm]
1VVB	669	12	4	4,52	4,00		20	4	12,57	2,93	-	-	-	-	48	28,8	120
1VVB	673	12	4	4,52	4,00		20	4	12,57	2,93	-	-	-	-	48	28,8	120
1VVB	683	12	4	4,52	4,00		16	2	4,02	13,60	-	-	-	-	48	28,8	96
1VVB	684	12	4	4,52	4,00		16	2	4,02	13,60	-	-	-	-	48	28,8	96
1VVB	685	12	4	4,52	4,00		20	4	12,57	2,93	-	-	-	-	48	28,8	120
1VVC1	677	16	2	4,02	3,60		16	2	4,02	3,60	-	-	-	-	64	38,4	96
1VVC1	678	10	2	1,57	4,80		16	2	4,02	3,60	-	-	-	-	40	24	96
1VVC1	679	12	2	2,26	4,40		12	2	2,26	4,40	-	-	-	-	48	28,8	72
1VVC1	680	10	2	1,57	4,80		16	2	4,02	3,60	-	-	-	-	40	24	96
1VVC	682	16	2	4,02	3,60		16	2	4,02	3,60	-	-	-	-	64	38,4	96
1VVE	687	16	2	4,02	3,60		20	2	6,28	2,80	-	-	-	-	64	38,4	120
1VVE	688	16	2	4,02	3,60		16	2	4,02	3,60	-	-	-	-	64	38,4	96
1VVE	689	16	2	4,02	3,60		16	2	4,02	3,60	-	-	-	-	64	38,4	96
1VVE	690	16	2	4,02	3,60		16	2	4,02	3,60	-	-	-	-	64	38,4	96
1VVE	692	16	2	4,02	3,60		18	2	5,09	3,20	-	-	-	-	64	38,4	108
1VVE	723	16	2	4,02	3,60		16	2	4,02	3,60	-	-	-	-	64	38,4	96
1VVE	736	16	2	4,02	3,60		16	2	4,02	3,60	-	-	-	-	64	38,4	96
1VVE	737	16	2	4,02	3,60		16	2	4,02	3,60	-	-	-	-	64	38,4	96
1VVE	739	16	2	4,02	3,60		18	2	5,09	3,20	-	-	-	-	64	38,4	108
1VVE	740	16	2	4,02	3,60		18	2	5,09	3,20	-	-	-	-	64	38,4	108
2VHA	953	12	3	3,39	4,10		16	2	4,02	8,60	-	-	-	-	48	28,8	96
2VHA	954	12	3	3,39	4,10		16	2	4,02	8,60	-	-	-	-	48	28,8	96
2VHA	955	12	3	3,39	4,10		16	2	4,02	8,60	-	-	-	-	48	28,8	96
2VHA	956	12	3	3,39	4,10		16	2	4,02	8,60	-	-	-	-	48	28,8	96
2VHA	950	12	3	3,39	4,10		16	2	4,02	8,60	-	-	-	-	48	28,8	96
2VHA	951	12	3	3,39	4,10		16	2	4,02	8,60	-	-	-	-	48	28,8	96
2VHA	952	12	3	3,39	4,10		16	2	4,02	8,60	-	-	-	-	48	28,8	96
2VHB	1012	12	2	2,26	4,40		20	2	6,28	2,80	-	-	-	-	48	28,8	120
2VHB	1013	20	2	6,28	2,80		12	2	2,26	4,40	-	-	-	-	80	48	72
2VHB	1014	20	2	6,28	2,80		12	2	2,26	4,40	-	-	-	-	80	48	72
2VHB	995	18	2	5,09	3,20		18	2	5,09	3,20	-	-	-	-	72	43,2	108
2VHB	996	18	2	5,09	3,20		20	2	6,28	2,80	-	-	-	-	72	43,2	120
2VHB	997	18	2	5,09	3,20		20	2	6,28	2,80	-	-	-	-	72	43,2	120
2VHB	998	18	2	5,09	3,20		20	2	6,28	2,80	-	-	-	-	72	43,2	120
2VHB	999	18	2	5,09	3,20		20	2	6,28	2,80	-	-	-	-	72	43,2	120
2VHB	1000	18	2	5,09	3,20		12	2	2,26	4,40	-	-	-	-	72	43,2	72
2VHB	1001	18	2	5,09	3,20		16	2	4,02	3,60	-	-	-	-	72	43,2	96
2VHB	1002	12	2	2,26	4,40		18	2	5,09	3,20	-	-	-	-	48	28,8	108
2VHB	1003	12	2	2,26	4,40		18	2	5,09	3,20	-	-	-	-	48	28,8	108
2VHB	1004	12	2	2,26	4,40		20	2	6,28	2,80	-	-	-	-	48	28,8	120
2VHB	1005	16	2	4,02	3,60		18	2	5,09	3,20	-	-	-	-	64	38,4	108
2VHB	1006	16	2	4,02	3,60		18	2	5,09	3,20	-	-	-	-	64	38,4	108
2VHB	1007	18	2	5,09	3,20		20	2	6,28	2,80	-	-	-	-	72	43,2	120
2VHB	1008	12	2	2,26	4,40		20	2	6,28	2,80	-	-	-	-	48	28,8	120



Armadura Superior												
Seção	Barra	Armadura Inferior				Armadura				Armadura - nível 2		
		diâmetro [mm]	nº de varões	Asl [cm2]	ds [cm]	diâmetro [mm]	nº de varões	diâmetro [mm]	nº de varões	Asl,2 [cm2]	ds [cm]	
2VHB	1009	16	2	4,02	3,60	18	2	5,09	3,20	-	-	-
2VHB	1010	12	2	2,26	4,40	16	2	4,02	3,60	-	-	-
2VHB	1011	12	2	2,26	4,40	20	2	6,28	2,80	-	-	-
2VHC	979	12	3	3,39	4,10	18	2	5,09	8,20	-	-	-
2VHC	980	12	3	3,39	4,10	16	2	4,02	8,60	-	-	-
2VHC	981	12	3	3,39	4,10	20	2	6,28	7,80	-	-	-
2VHC	982	12	3	3,39	4,10	20	2	6,28	7,80	-	-	-
2VHC	983	12	3	3,39	4,10	16	2	4,02	8,60	-	-	-
2VHC	984	12	3	3,39	4,10	20	2	6,28	7,80	-	-	-
2VHC	985	12	3	3,39	4,10	20	2	6,28	7,80	-	-	-
2VHC	986	12	3	3,39	4,10	16	2	4,02	8,60	-	-	-
2VHC	987	12	3	3,39	4,10	20	2	6,28	7,80	-	-	-
2VHC	988	12	3	3,39	4,10	20	2	6,28	7,80	-	-	-
2VHC	989	12	3	3,39	4,10	16	2	4,02	8,60	-	-	-
2VHC	990	12	3	3,39	4,10	18	3	7,63	3,20	-	-	-
2VHC	991	12	3	3,39	4,10	18	3	7,63	3,20	-	-	-
2VHC	992	16	3	6,03	3,50	16	2	4,02	8,60	-	-	-
2VHC	993	16	3	6,03	3,50	16	2	4,02	8,60	-	-	-
2VHC	920	12	3	3,39	4,10	16	2	4,02	8,60	-	-	-
2VHE	1041	10	2	1,57	4,80	10	2	1,57	4,80	-	-	-
2VHE	1042	10	2	1,57	4,80	10	2	1,57	4,80	-	-	-
2VHE	1043	10	2	1,57	4,80	10	2	1,57	4,80	-	-	-
2VHE	1044	10	2	1,57	4,80	10	2	1,57	4,80	-	-	-
2VHE	1045	10	2	1,57	4,80	10	2	1,57	4,80	-	-	-
2VHE	1046	10	2	1,57	4,80	10	2	1,57	4,80	-	-	-
2VHE	1047	10	2	1,57	4,80	10	2	1,57	4,80	-	-	-
2VHE	1048	10	2	1,57	4,80	10	2	1,57	4,80	-	-	-
2VHE	1049	10	2	1,57	4,80	10	2	1,57	4,80	-	-	-
2VHE	1050	10	2	1,57	4,80	10	2	1,57	4,80	-	-	-
2VHE	1051	10	2	1,57	4,80	10	2	1,57	4,80	-	-	-
2VHE	1052	10	2	1,57	4,80	10	2	1,57	4,80	-	-	-
2VHE	1053	10	2	1,57	4,80	10	2	1,57	4,80	-	-	-
2VHE	1054	10	2	1,57	4,80	10	2	1,57	4,80	-	-	-
2VHE	1055	10	2	1,57	4,80	10	2	1,57	4,80	-	-	-
2VHF	1078	10	2	1,57	4,80	12	2	2,26	4,40	-	-	-
2VHF	1079	12	2	2,26	4,40	18	2	5,09	3,20	-	-	-
2VVA	957	12	3	3,39	6,60	16	2	4,02	13,60	-	-	-
2VVA	917	18	3	7,63	5,70	20	4	12,57	2,93	-	-	-
2VVA	918	12	3	3,39	6,60	18	2	5,09	13,20	-	-	-
2VVA	919	12	3	3,39	6,60	16	2	4,02	13,60	-	-	-
2VVA	928	12	3	3,39	6,60	18	2	5,09	13,20	-	-	-
2VVA	929	18	3	7,63	5,70	20	4	12,57	2,93	-	-	-
2VVA	948	12	3	3,39	6,60	16	2	4,02	13,60	-	-	-
2VVA	949	12	3	3,39	6,60	16	2	4,02	13,60	-	-	-
2VVB	958	16	2	4,02	13,60	16	2	4,02	13,60	-	-	-

Armadura Superior												
Seção	Barra	Armadura Inferior				Armadura				Armadura - nível 2		
		diâmetro [mm]	nº de varões	Asl [cm2]	ds [cm]	diâmetro [mm]	nº de varões	diâmetro [mm]	nº de varões	Asl,2 [cm2]	ds [cm]	
2VHB	1009	16	2	4,02	3,60	18	2	5,09	3,20	-	-	-
2VHB	1010	12	2	2,26	4,40	16	2	4,02	3,60	-	-	-
2VHB	1011	12	2	2,26	4,40	20	2	6,28	2,80	-	-	-
2VHC	979	12	3	3,39	4,10	18	2	5,09	8,20	-	-	-
2VHC	980	12	3	3,39	4,10	16	2	4,02	8,60	-	-	-
2VHC	981	12	3	3,39	4,10	20	2	6,28	7,80	-	-	-
2VHC	982	12	3	3,39	4,10	20	2	6,28	7,80	-	-	-
2VHC	983	12	3	3,39	4,10	16	2	4,02	8,60	-	-	-
2VHC	984	12	3	3,39	4,10	20	2	6,28	7,80	-	-	-
2VHC	985	12	3	3,39	4,10	20	2	6,28	7,80	-	-	-
2VHC	986	12	3	3,39	4,10	16	2	4,02	8,60	-	-	-
2VHC	987	12	3	3,39	4,10	20	2	6,28	7,80	-	-	-
2VHC	988	12	3	3,39	4,10	20	2	6,28	7,80	-	-	-
2VHC	989	12	3	3,39	4,10	16	2	4,02	8,60	-	-	-
2VHC	990	12	3	3,39	4,10	18	3	7,63	3,20	-	-	-
2VHC	991	12	3	3,39	4,10	18	3	7,63	3,20	-	-	-
2VHC	992	16	3	6,03	3,50	16	2	4,02	8,60	-	-	-
2VHC	993	16	3	6,03	3,50	16	2	4,02	8,60	-	-	-
2VHC	920	12	3	3,39	4,10	16	2	4,02	8,60	-	-	-
2VHE	1041	10	2	1,57	4,80	10	2	1,57	4,80	-	-	-
2VHE	1042	10	2	1,57	4,80	10	2	1,57	4,80	-	-	-
2VHE	1043	10	2	1,57	4,80	10	2	1,57	4,80	-	-	-
2VHE	1044	10	2	1,57	4,80	10	2	1,57	4,80	-	-	-
2VHE	1045	10	2	1,57	4,80	10	2	1,57	4,80	-	-	-
2VHE	1046	10	2	1,57	4,80	10	2	1,57	4,80	-	-	-
2VHE	1047	10	2	1,57	4,80	10	2	1,57	4,80	-	-	-
2VHE	1048	10	2	1,57	4,80	10	2	1,57	4,80	-	-	-
2VHE	1049	10	2	1,57	4,80	10	2	1,57	4,80	-	-	-
2VHE	1050	10	2	1,57	4,80	10	2	1,57	4,80	-	-	-
2VHE	1051	10	2	1,57	4,80	10	2	1,57	4,80	-	-	-
2VHE	1052	10	2	1,57	4,80	10	2	1,57	4,80	-	-	-
2VHE	1053	10	2	1,57	4,80	10	2	1,57	4,80	-	-	-
2VHE	1054	10	2	1,57	4,80	10	2	1,57	4,80	-	-	-
2VHE	1055	10	2	1,57	4,80	10	2	1,57	4,80	-	-	-
2VHF	1078	10	2	1,57	4,80	12	2	2,26	4,40	-	-	-
2VHF	1079	12	2	2,26	4,40	18	2	5,09	3,20	-	-	-
2VVA	957	12	3	3,39	6,60	16	2	4,02	13,60	-	-	-
2VVA	917	18	3	7,63	5,70	20	4	12,57	2,93	-	-	-
2VVA	918	12	3	3,39	6,60	18	2	5,09	13,20	-	-	-
2VVA	919	12	3	3,39	6,60	16	2	4,02	13,60	-	-	-
2VVA	928	12	3	3,39	6,60	18	2	5,09	13,20	-	-	-
2VVA	929	18	3	7,63	5,70	20	4	12,57	2,93	-	-	-
2VVA	948	12	3	3,39	6,60	16	2	4,02	13,60	-	-	-
2VVA	949	12	3	3,39	6,60	16	2	4,02	13,60	-	-	-
2VVB	958	16	2	4,02	13,60	16	2	4,02	13,60	-	-	-

Armadura Superior											
Seção	Barra	Armadura				Armadura - nível 2					
		diâmetro [mm]	nº de varões	Asl,1 [cm2]	ds [cm]	diâmetro [mm]	nº de varões	Asl,2 [cm2]	ds [cm]		
2VVB	930	16	2	4,02	2,93	20	4	12,57	2,93	-	-
2VVB	931	20	4	12,57	2,93	20	3	9,42	5,40	20	3
2VVB	932	16	2	4,02	13,60	20	3	9,42	5,40	20	2
2VVB	933	16	2	4,02	13,60	20	4	12,57	2,93	-	-
2VVB	934	20	4	12,57	2,93	20	3	9,42	5,40	20	3
2VVB	935	16	2	4,02	13,60	20	3	9,42	5,40	20	2
2VVB	936	16	2	4,02	13,60	20	2	6,28	12,80	-	-
2VVB	937	20	4	12,57	2,93	20	4	12,57	2,93	-	-
2VVB	938	16	2	4,02	13,60	16	2	4,02	13,60	-	-
2VVB	939	16	2	4,02	13,60	18	3	7,63	5,70	-	-
2VVB	940	20	4	12,57	2,93	20	4	12,57	2,93	-	-
2VVB	941	16	2	4,02	13,60	20	4	12,57	2,93	-	-
2VVB	942	20	4	12,57	2,93	20	3	9,42	5,40	20	3
2VVB	943	16	2	4,02	13,60	20	3	9,42	5,40	20	2
2VVB	944	16	2	4,02	13,60	20	4	12,57	2,93	-	-
2VVB	946	20	4	12,57	2,93	20	3	9,42	5,40	20	3
2VVB	947	16	2	4,02	13,60	20	3	9,42	5,40	20	2
2VVD	845	10	2	1,57	4,80	16	2	4,02	3,60	-	-
2VVE	969	16	2	4,02	3,60	16	2	4,02	3,60	-	-
2VVE	970	16	2	4,02	3,60	18	2	5,09	3,20	-	-
2VVE	971	16	2	4,02	3,60	16	2	4,02	3,60	-	-
2VVE	972	16	2	4,02	3,60	16	2	4,02	3,60	-	-
2VVE	973	16	2	4,02	3,60	12	2	2,26	4,40	-	-
2VVE	974	16	2	4,02	3,60	16	2	4,02	3,60	-	-
2VVE	975	16	2	4,02	3,60	16	2	4,02	3,60	-	-
2VVE	976	16	2	4,02	3,60	16	2	4,02	3,60	-	-
2VVE	977	16	2	4,02	3,60	16	2	4,02	3,60	-	-
2VVE	978	12	2	2,26	4,40	16	2	4,02	3,60	-	-
3VHC	1091	10	2	1,57	4,80	16	2	4,02	3,60	-	-
3VHC	1092	10	2	1,57	4,80	16	2	4,02	3,60	-	-
3VHC	1093	10	2	1,57	4,80	16	2	4,02	3,60	-	-
3VHC	1094	10	2	1,57	4,80	16	2	4,02	3,60	-	-
3VHC	1095	10	2	1,57	4,80	16	2	4,02	3,60	-	-
3VHC	1096	10	2	1,57	4,80	16	2	4,02	3,60	-	-
3VHC	1103	16	2	4,02	3,60	16	2	4,02	3,60	-	-
3VHC	1105	16	2	4,02	3,60	16	2	4,02	3,60	-	-
3VVA	1088	16	2	4,02	3,60	20	2	6,28	2,80	-	-
3VVA	1089	10	2	1,57	4,80	16	2	4,02	3,60	-	-
3VVA	1090	10	2	1,57	4,80	16	2	4,02	3,60	-	-
3VVA	1098	10	2	1,57	4,80	16	2	4,02	3,60	-	-
3VVA	1099	10	2	1,57	4,80	16	2	4,02	3,60	-	-
3VVA	1100	18	2	5,09	3,20	20	2	6,28	2,80	-	-
3VVA	1101										

C 25/30	$f_{cd}$	16700 kPa
S 500	$f_{yd}$	435000 kPa

C 25/30	$f_{ctm}$	2600 kPa
S 500	$f_{yk}$	500000 kPa

Seção	Barra	L [m]	b [m]	h [m]	d [m]
1VHA1	204	4,88	0,25	0,60	0,54
1VHA1	205	7,50	0,25	0,60	0,54
1VHA1	206	7,50	0,25	0,60	0,54
1VHA1	207	7,50	0,25	0,60	0,54
1VHA1	208	7,50	0,25	0,60	0,54
1VHA1	209	7,50	0,25	0,60	0,54
1VHA1	210	5,63	0,25	0,60	0,54
1VHA	318	5,82	0,25	0,60	0,54
1VHA	681	5,87	0,25	0,60	0,54
1VHB	671	6,75	0,25	1,20	1,14
1VHB	704	0,37	0,25	1,20	1,14
1VHB	705	2,85	0,25	1,20	1,14
1VHB	706	4,28	0,25	1,20	1,14
1VHB	707	2,52	0,25	1,20	1,14
1VHB	708	2,85	0,25	1,20	1,14
1VHB	709	2,13	0,25	1,20	1,14
1VHB	728	1,05	0,25	1,20	1,14
1VHB	729	3,18	0,25	1,20	1,14
1VHB	730	2,85	0,25	1,20	1,14
1VHB	731	0,22	0,25	1,20	1,14
1VHB	732	0,20	0,25	1,20	1,14
1VHB	734	1,95	0,25	1,20	1,14
1VHB	744	6,82	0,25	1,20	1,14
1VHB	745	0,68	0,25	1,20	1,14
1VHB	746	0,22	0,25	1,20	1,14
1VHB	747	5,33	0,25	1,20	1,14
1VHB	751	1,47	0,25	1,20	1,14
1VHB	752	2,85	0,25	1,20	1,14
1VHB	753	3,18	0,25	1,20	1,14
1VHC	252	3,50	0,25	0,70	0,64
1VHC	701	3,62	0,25	0,70	0,64
1VHC	702	2,85	0,25	0,70	0,64
1VHC	703	3,18	0,25	0,70	0,64
1VHC	710	3,62	0,25	0,70	0,64
1VHC	711	2,85	0,25	0,70	0,64
1VHC	712	3,18	0,25	0,70	0,64
1VHC	725	3,18	0,25	0,70	0,64
1VHC	726	2,85	0,25	0,70	0,64
1VHC	727	3,62	0,25	0,70	0,64
1VHC	741	3,62	0,25	0,70	0,64
1VHC	742	2,85	0,25	0,70	0,64
1VHC	743	3,18	0,25	0,70	0,64
1VHC	748	3,62	0,25	0,70	0,64

[illegible]

díametro [mm]	nº de varões	Sl [cm]	Asw/s [cm2/m]
6	2	30	1,88
6	2	30	1,88
6	2	30	1,88
6	2	30	1,88
6	2	30	1,88
6	2	30	1,88
6	2	30	1,88
6	2	30	1,88
6	2	30	1,88
6	2	30	1,88
6	2	12,5	4,52
6	2	30	1,88
6	2	17,5	3,23
6	2	20	2,83
6	2	30	1,88
6	2	22,5	2,51
6	2	20	2,83
6	2	30	1,88
6	2	30	1,88
6	2	17,5	3,23
6	2	20	2,83
6	2	30	1,88
6	2	20	2,83
6	2	17,5	3,23
6	2	27,5	2,06
6	2	15	3,77
6	2	30	1,88
6	2	30	1,88
6	2	30	1,88
6	2	30	1,88
6	2	30	1,88
6	2	10	5,65
6	2	30	1,88
6	2	30	1,88
6	2	12,5	4,52
6	2	25	2,26
6	2	30	1,88
6	2	12,5	4,52
6	2	30	1,88
6	2	10	5,65
6	2	30	1,88

Seção	Barra	L [m]	b [m]	h [m]	d [m]	Ved [kN]	θ [-]	Vrd,max [kN]	Asw/s [cm2/m]
1VHC	749	2,85	0,25	0,70	0,64	28,07	2,50	447,79	0,45
1VHC	750	3,18	0,25	0,70	0,64	115,09	2,50	447,79	1,84
1VHD	218	6,03	0,20	0,30	0,24	52,72	2,50	134,34	2,24
1VHD	219	3,62	0,20	0,30	0,24	28,69	2,50	134,34	1,22
1VHD	220	3,22	0,20	0,30	0,24	26,93	2,50	134,34	1,15
1VHD	221	2,81	0,20	0,30	0,24	30,28	2,50	134,34	1,29
1VHD	222	6,03	0,20	0,30	0,24	62,98	2,50	134,34	2,68
1VHD	223	3,62	0,20	0,30	0,24	24,86	2,50	134,34	1,06
1VHD	225	3,62	0,20	0,30	0,24	41,83	2,50	134,34	1,78
1VHD	226	6,03	0,20	0,30	0,24	50,05	2,50	134,34	2,13
1VHD	227	3,62	0,20	0,30	0,24	29,82	2,50	134,34	1,27
1VHD	228	3,22	0,20	0,30	0,24	28,18	2,50	134,34	1,20
1VHD	215	3,50	0,20	0,30	0,24	18,85	2,50	134,34	0,80
1VHD	216	3,62	0,20	0,30	0,24	45,73	2,50	134,34	1,95
1VHD	229	2,81	0,20	0,30	0,24	23,27	2,50	134,34	0,99
1VHD	230	5,98	0,20	0,30	0,24	30,97	2,50	134,34	1,32
1VHD	770	5,98	0,20	0,30	0,24	32,42	2,50	134,34	1,38
1VHF	278	5,50	0,20	0,40	0,34	16,23	2,50	190,31	0,49
1VHF	279	5,50	0,20	0,40	0,34	35,83	2,50	190,31	1,08
1VVA	250	11,20	0,25	0,90	0,84	471,44	2,50	587,72	5,73
1VVA	251	2,25	0,25	0,90	0,84	156,15	2,50	587,72	1,90
1VVA	261	2,25	0,25	0,90	0,84	171,48	2,50	587,72	2,09
1VVA	262	11,20	0,25	0,90	0,84	515,63	2,50	587,72	6,27
1VVA	672	2,35	0,25	0,90	0,84	253,87	2,50	587,72	3,09
1VVA	676	2,35	0,25	0,90	0,84	104,87	2,50	587,72	1,28
1VVA	697	6,42	0,25	0,90	0,84	219,35	2,50	587,72	2,67
1VVA	698	3,60	0,25	0,90	0,84	92,18	2,50	587,72	1,12
1VVA	699	6,42	0,25	0,90	0,84	214,88	2,50	587,72	2,61
1VVA	700	3,60	0,25	0,90	0,84	101,37	2,50	587,72	1,23
1VVB	289	2,25	0,30	0,90	0,84	299,48	2,50	705,27	3,64
1VVB	290	11,20	0,30	0,90	0,84	585,23	2,50	705,27	7,12
1VVB	291	2,25	0,30	0,90	0,84	304,29	2,50	705,27	3,70
1VVB	292	11,20	0,30	0,90	0,84	579,33	2,50	705,27	7,05
1VVB	295	2,25	0,30	0,90	0,84	236,31	2,50	705,27	2,87
1VVB	296	8,45	0,30	0,90	0,84	364,16	2,50	705,27	4,43
1VVB	297	2,25	0,30	0,90	0,84	302,03	2,50	705,27	3,67
1VVB	298	11,20	0,30	0,90	0,84	583,73	2,50	705,27	7,10
1VVB	299	2,25	0,30	0,90	0,84	311,49	2,50	705,27	3,79
1VVB	300	11,20	0,30	0,90	0,84	600,85	2,50	705,27	7,31
1VVB	332	2,25	0,30	0,90	0,84	240,25	2,50	705,27	2,92
1VVB	333	8,45	0,30	0,90	0,84	351,81	2,50	705,27	4,28
1VVB	655	2,35	0,30	0,90	0,84	153,26	2,50	705,27	1,86
1VVB	669	2,35	0,30	0,90	0,84	232,30	2,50	705,27	2,83
1VVB	673	2,35	0,30	0,90	0,84	230,89	2,50	705,27	2,81
1VVB	683	2,20	0,30	0,90	0,84	23,11	2,50	705,27	0,28

St,max [m]	Sl,max [m]	diametro [mm]	nº de varões	Sl [cm]	Asw/s [cm2/m]
0,48	0,48	6	2	30	1,88
0,48	0,48	6	2	30	1,88
0,18	0,18	6	2	25	2,26
0,18	0,18	6	2	30	1,88
0,18	0,18	6	2	30	1,88
0,18	0,18	6	2	30	1,88
0,18	0,18	6	2	20	2,83
0,18	0,18	6	2	30	1,88
0,18	0,18	6	2	30	1,88
0,18	0,18	6	2	25	2,26
0,18	0,18	6	2	30	1,88
0,18	0,18	6	2	27,5	2,06
0,18	0,18	6	2	30	1,88
0,18	0,18	6	2	30	1,88
0,18	0,18	6	2	30	1,88
0,26	0,26	6	2	30	1,88
0,26	0,26	6	2	30	1,88
0,60	0,63	8	2	17,5	5,74
0,60	0,63	6	2	27,5	2,06
0,60	0,63	6	2	25	2,26
0,60	0,63	8	2	15	6,70
0,60	0,63	6	2	17,5	3,23
0,60	0,63	6	2	30	1,88
0,60	0,63	6	2	20	2,83
0,60	0,63	6	2	15	3,77
0,60	0,63	8	2	12,5	8,04
0,60	0,63	6	2	15	3,77
0,60	0,63	8	2	12,5	8,04
0,60	0,63	6	2	17,5	3,23
0,60	0,63	6	2	12,5	4,52
0,60	0,63	6	2	15	3,77
0,60	0,63	8	2	12,5	8,04
0,60	0,63	6	2	12,5	4,52
0,60	0,63	6	2	30	1,88
0,60	0,63	6	2	20	2,83
0,60	0,63	6	2	20	2,83
0,60	0,63	6	2	30	1,88

Seção	Barra	L [m]	b [m]	h [m]	d [m]
1VVB	684	2,20	0,30	0,90	0,84
1VVB	685	2,35	0,30	0,90	0,84
1VVC1	677	5,89	0,20	0,60	0,54
1VVC1	678	3,33	0,20	0,60	0,54
1VVC1	679	4,53	0,20	0,60	0,54
1VVC1	680	1,80	0,20	0,60	0,54
1VVC	682	6,50	0,20	0,60	0,54
1VVE	687	6,42	0,20	0,70	0,64
1VVE	688	6,42	0,20	0,70	0,64
1VVE	689	6,42	0,20	0,70	0,64
1VVE	690	6,42	0,20	0,70	0,64
1VVE	692	6,42	0,20	0,70	0,64
1VVE	723	6,42	0,20	0,70	0,64
1VVE	736	6,42	0,20	0,70	0,64
1VVE	737	6,42	0,20	0,70	0,64
1VVE	739	6,42	0,20	0,70	0,64
1VVE	740	6,42	0,20	0,70	0,64
2VHA	953	7,50	0,25	0,80	0,74
2VHA	954	7,50	0,25	0,80	0,74
2VHA	955	7,50	0,25	0,80	0,74
2VHA	956	4,88	0,25	0,80	0,74
2VHA	950	5,63	0,25	0,80	0,74
2VHA	951	7,50	0,25	0,80	0,74
2VHA	952	7,50	0,25	0,80	0,74
2VHB	1012	1,47	0,20	0,80	0,74
2VHB	1013	2,85	0,20	0,80	0,74
2VHB	1014	3,18	0,20	0,80	0,74
2VHB	995	0,37	0,20	0,80	0,74
2VHB	996	6,75	0,20	0,80	0,74
2VHB	997	2,85	0,20	0,80	0,74
2VHB	998	4,28	0,20	0,80	0,74
2VHB	999	2,52	0,20	0,80	0,74
2VHB	1000	2,85	0,20	0,80	0,74
2VHB	1001	2,13	0,20	0,80	0,74
2VHB	1002	1,05	0,20	0,80	0,74
2VHB	1003	3,18	0,20	0,80	0,74
2VHB	1004	2,85	0,20	0,80	0,74
2VHB	1005	0,22	0,20	0,80	0,74
2VHB	1006	0,20	0,20	0,80	0,74
2VHB	1007	6,82	0,20	0,80	0,74
2VHB	1008	0,68	0,20	0,80	0,74
2VHB	1009	1,95	0,20	0,80	0,74
2VHB	1010	0,22	0,20	0,80	0,74
2VHB	1011	5,33	0,20	0,80	0,74
2VHC	979	3,62	0,25	0,80	0,74

Ved	$\theta$	Vrd,max	Asw/s
[kN]	[°]	[kN]	[cm <sup>2</sup> /m]
22,68	2,50	705,27	0,28
237,76	2,50	705,27	2,89
92,54	2,50	302,26	1,75
52,21	2,50	302,26	0,99
35,05	2,50	302,26	0,66
29,21	2,50	302,26	0,55
111,97	2,50	302,26	2,12
169,36	2,50	358,23	2,70
108,69	2,50	358,23	1,74
115,84	2,50	358,23	1,85
110,55	2,50	358,23	1,76
131,44	2,50	358,23	2,10
102,20	2,50	358,23	1,63
110,78	2,50	358,23	1,77
87,59	2,50	358,23	1,40
109,20	2,50	358,23	1,74
125,05	2,50	358,23	2,00
84,03	2,50	517,76	1,16
89,04	2,50	517,76	1,23
80,96	2,50	517,76	1,12
58,34	2,50	517,76	0,81
69,42	2,50	517,76	0,96
86,00	2,50	517,76	1,19
82,25	2,50	517,76	1,14
219,21	2,50	414,21	3,03
83,76	2,50	414,21	1,16
144,75	2,50	414,21	2,00
215,59	2,50	414,21	2,98
129,07	2,50	414,21	1,78
120,23	2,50	414,21	1,66
237,71	2,50	414,21	3,28
145,11	2,50	414,21	2,00
11,70	2,50	414,21	0,16
140,71	2,50	414,21	1,94
149,63	2,50	414,21	2,07
11,54	2,50	414,21	0,16
91,01	2,50	414,21	1,26
167,43	2,50	414,21	2,31
223,96	2,50	414,21	3,09
176,49	2,50	414,21	2,44
272,04	2,50	414,21	3,76
16,75	2,50	414,21	0,23
237,67	2,50	414,21	3,28
211,98	2,50	414,21	2,93
25,63	2,50	517,76	0,35

[illegible]



Seção	Barra	L [m]	b [m]	h [m]	d [m]
2VVB	934	11,20	0,30	0,90	0,84
2VVB	935	2,35	0,30	0,90	0,84
2VVB	936	2,25	0,30	0,90	0,84
2VVB	937	8,45	0,30	0,90	0,84
2VVB	938	2,20	0,30	0,90	0,84
2VVB	939	2,25	0,30	0,90	0,84
2VVB	940	8,45	0,30	0,90	0,84
2VVB	941	2,25	0,30	0,90	0,84
2VVB	942	11,20	0,30	0,90	0,84
2VVB	943	2,35	0,30	0,90	0,84
2VVB	944	2,25	0,30	0,90	0,84
2VVB	946	11,20	0,30	0,90	0,84
2VVB	947	2,35	0,30	0,90	0,84
2VVD	845	2,60	0,20	0,40	0,34
2VVE	969	6,42	0,20	0,50	0,44
2VVE	970	6,42	0,20	0,50	0,44
2VVE	971	6,42	0,20	0,50	0,44
2VVE	972	6,42	0,20	0,50	0,44
2VVE	973	6,42	0,20	0,50	0,44
2VVE	974	6,42	0,20	0,50	0,44
2VVE	975	6,42	0,20	0,50	0,44
2VVE	976	6,42	0,20	0,50	0,44
2VVE	977	6,42	0,20	0,50	0,44
2VVE	978	6,42	0,20	0,50	0,44
3VHC	1091	3,50	0,20	0,40	0,34
3VHC	1092	9,65	0,20	0,40	0,34
3VHC	1093	9,65	0,20	0,40	0,34
3VHC	1094	9,65	0,20	0,40	0,34
3VHC	1095	9,65	0,20	0,40	0,34
3VHC	1096	9,65	0,20	0,40	0,34
3VHC	1103	5,98	0,20	0,40	0,34
3VHC	1105	5,98	0,20	0,40	0,34
3VVA	1088	11,20	0,20	0,60	0,54
3VVA	1089	2,35	0,20	0,60	0,54
3VVA	1090	6,42	0,20	0,60	0,54
3VVA	1098	6,42	0,20	0,60	0,54
3VVA	1099	2,35	0,20	0,60	0,54
3VVA	1100	11,20	0,20	0,60	0,54
3VVA	1101	2,25	0,20	0,60	0,54
3VVA	1102	2,25	0,20	0,60	0,54

Ved	$\theta$	Vrd,max	Asw/s
[kN]	[°]	[kN]	[cm <sup>2</sup> /m]
560,72	2,50	705,27	6,82
297,67	2,50	705,27	3,62
213,56	2,50	705,27	2,60
318,68	2,50	705,27	3,88
57,97	2,50	705,27	0,71
289,10	2,50	705,27	3,52
316,66	2,50	705,27	3,85
300,63	2,50	705,27	3,66
560,71	2,50	705,27	6,82
268,45	2,50	705,27	3,27
297,27	2,50	705,27	3,62
575,41	2,50	705,27	7,00
247,29	2,50	705,27	3,01
30,56	2,50	190,31	0,92
55,55	2,50	246,28	1,29
61,18	2,50	246,28	1,42
47,05	2,50	246,28	1,09
55,15	2,50	246,28	1,28
52,02	2,50	246,28	1,21
60,90	2,50	246,28	1,41
65,94	2,50	246,28	1,53
55,90	2,50	246,28	1,30
51,38	2,50	246,28	1,19
56,79	2,50	246,28	1,32
0,31	3,50	145,79	0,01
38,65	4,50	116,87	0,65
27,05	5,50	97,13	0,37
29,73	6,50	82,94	0,34
33,94	7,50	72,30	0,34
35,49	8,50	64,04	0,31
33,61	9,50	57,46	0,27
34,57	10,50	52,09	0,25
137,90	11,50	75,65	0,57
3,64	12,50	69,68	0,01
55,47	13,50	64,58	0,19
73,78	14,50	60,17	0,24
35,81	15,50	56,32	0,11
138,93	16,50	52,93	0,40
11,06	17,50	49,93	0,03
12,87	18,50	47,24	0,03

[illegible][illegible]

C 25/30 S 500		16700 kPa 435000 kPa		u1>u2										Com mínimo		Armadura longitudinal				Estribos		
Seção	Barra	Hy [m]	Hx [m]	Ned [kN]	Myy [kN.m]	Mzz [kN.m]	v [-]	u1 [-]	u2 [-]	w [-]	Asl.min [cm2]	Asl.max [cm2]	Asl [cm2]	Asl [cm2]	diâmetro [mm]	nº de varões	Asl [cm2]	diâmetro [mm]	Scl,t1 [m]	Scl,t2 [m]		
1PA1	135	0,25	0,50	145,08	5,61	13,57	0,07	0,026	0,005	0,000	2,50	50,00	0,00	2,50	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
1PA2	136	0,25	0,50	84,80	3,12	13,55	0,04	0,026	0,003	0,000	2,50	50,00	0,00	2,50	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
1PA3	137	0,25	0,50	119,91	2,89	9,67	0,06	0,019	0,003	0,000	2,50	50,00	0,00	2,50	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
1PA4	138	0,25	0,50	143,40	4,09	9,62	0,07	0,018	0,004	0,000	2,50	50,00	0,00	2,50	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
1PA5	139	0,25	0,50	81,26	0,53	13,72	0,04	0,026	0,001	0,000	2,50	50,00	0,00	2,50	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
1PA6	140	0,25	0,50	159,67	1,44	14,82	0,08	0,028	0,001	0,000	2,50	50,00	0,00	2,50	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
1PB1	141	0,50	0,30	1440,10	6,38	160,22	0,57	0,128	0,008	0,000	3,31	60,00	0,00	3,31	10	6	4,71	6	0,15	0,09		
1PB2	142	0,50	0,30	1920,31	4,95	142,76	0,77	0,114	0,007	0,000	4,41	60,00	0,00	4,41	10	8	6,28	6	0,15	0,09		
1PB3	143	0,50	0,30	1941,24	3,44	141,76	0,77	0,113	0,005	0,000	4,46	60,00	0,00	4,46	10	8	6,28	6	0,15	0,09		
1PB4	1 118	0,50	0,30	1512,87	1,85	89,47	0,60	0,071	0,002	0,000	3,48	60,00	0,00	3,48	10	8	6,28	6	0,15	0,09		
1PB5	916	0,50	0,30	1497,21	2,05	87,16	0,60	0,070	0,003	0,000	3,44	60,00	0,00	3,44	10	8	6,28	6	0,15	0,09		
1PB6	146	0,50	0,30	1922,59	2,13	141,87	0,77	0,113	0,003	0,000	4,42	60,00	0,00	4,42	10	8	6,28	6	0,15	0,09		
1PB7	147	0,50	0,30	2011,63	2,20	151,48	0,80	0,121	0,003	0,000	4,62	60,00	0,00	4,62	10	8	6,28	6	0,15	0,09		
1PB8	148	0,50	0,30	1558,19	4,96	173,99	0,62	0,139	0,007	0,150	3,58	60,00	8,64	8,64	12	8	9,05	6	0,18	0,108		
1PC1	149	0,50	0,30	1492,86	16,54	150,74	0,60	0,120	0,022	0,090	3,43	60,00	5,18	5,18	10	8	6,28	6	0,15	0,09		
1PC2	150	0,50	0,30	1855,39	2,31	123,26	0,74	0,098	0,003	0,000	4,27	60,00	0,00	4,27	10	8	6,28	6	0,15	0,09		
1PC3	151	0,50	0,30	1916,50	2,23	118,36	0,77	0,094	0,003	0,000	4,41	60,00	0,00	4,41	10	8	6,28	6	0,15	0,09		
1PC4	152	0,50	0,30	1946,56	2,48	110,19	0,78	0,088	0,003	0,000	4,47	60,00	0,00	4,47	10	8	6,28	6	0,15	0,09		
1PC5	153	0,50	0,30	1968,58	1,94	129,26	0,79	0,103	0,003	0,000	4,53	60,00	0,00	4,53	10	8	6,28	6	0,15	0,09		
1PC6	154	0,50	0,30	1553,99	16,74	164,45	0,62	0,131	0,022	0,200	3,57	60,00	11,52	11,52	16	8	16,08	6	0,24	0,144		
1PD1	155	0,40	0,20	604,58	0,31	17,54	0,45	0,033	0,001	0,000	1,60	32,00	0,00	1,60	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
1PD2	654	0,30	0,40	885,68	0,77	7,16	0,44	0,012	0,001	0,000	2,40	48,00	0,00	2,40	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
1PD3	656	0,30	0,40	938,51	4,35	1,79	0,47	0,005	0,003	0,000	2,40	48,00	0,00	2,40	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
1PD4	657	0,30	0,40	1051,65	9,72	20,35	0,52	0,034	0,012	0,000	2,42	48,00	0,00	2,42	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
1PD5	663	0,30	0,40	1090,98	5,27	20,44	0,54	0,034	0,007	0,000	2,51	48,00	0,00	2,51	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
1PD6	664	0,30	0,40	806,11	7,28	19,57	0,40	0,033	0,009	0,000	2,40	48,00	0,00	2,40	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
1PD7	658	0,30	0,40	750,43	7,10	0,60	0,37	0,009	0,001	0,000	2,40	48,00	0,00	2,40	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
1PD8	162	0,30	0,40	732,76	15,65	14,26	0,37	0,024	0,020	0,000	2,40	48,00	0,00	2,40	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
1PE1	696	0,75	0,20	696,90	7,13	77,75	0,28	0,041	0,014	0,000	3,00	60,00	0,00	3,00	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
1PE2	164	0,75	0,20	893,24	13,10	27,54	0,36	0,026	0,015	0,000	3,00	60,00	0,00	3,00	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
1PE3	165	0,75	0,20	1270,05	3,74	25,85	0,51	0,014	0,007	0,000	3,00	60,00	0,00	3,00	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
1PE4	166	0,75	0,20	1282,20	1,94	23,63	0,51	0,013	0,004	0,000	3,00	60,00	0,00	3,00	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
1PE5	167	0,75	0,20	1160,90	1,32	14,95	0,46	0,008	0,003	0,000	3,00	60,00	0,00	3,00	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
1PE6	168	0,75	0,20	1260,34	1,61	22,97	0,50	0,012	0,003	0,000	3,00	60,00	0,00	3,00	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
1PE7	695	0,75	0,20	965,93	14,68	67,17	0,39	0,036	0,029	0,000	3,00	60,00	0,00	3,00	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
1PF1	170	0,50	0,25	651,55	23,86	16,79	0,31	0,046	0,016	0,000	2,50	50,00	0,00	2,50	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
1PF2	171	0,50	0,25	353,75	2,66	46,55	0,17	0,045	0,005	0,000	2,50	50,00	0,00	2,50	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
1PF3	172	0,50	0,25	701,40	16,93	49,79	0,34	0,048	0,032	0,000	2,50	50,00	0,00	2,50	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
1PF4	173	0,50	0,25	606,51	17,84	68,97	0,29	0,066	0,034	0,000	2,50	50,00	0,00	2,50	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
1PF5	174	0,50	0,25	442,69	1,18	33,56	0,21	0,032	0,002	0,000	2,50	50,00	0,00	2,50	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
1PF6	175	0,50	0,25	368,36	5,91	33,00	0,18	0,032	0,011	0,000	2,50	50,00	0,00	2,50	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
1PF7	176	0,50	0,25	568,44	19,29	66,07	0,27	0,063	0,037	0,000	2,50	50,00	0,00	2,50	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
1PF8	177	0,50	0,25	679,1	18,54	56,11	0,33	0,054	0,036	0,000	2,50	50,00	0,00	2,50	10	4	3,14	6	0,15	0,09		
1PF9	288	0,50	0,25	372,47	0,63	45,05	0,18	0,043	0,001	0,000	2,50	50,00	0,00	2,50	10	4	3,14	6	0,15	0,09		



C 25/30 S 500		16700 kPa 435000 kPa		u1>u2										Com mínimo		Armadura longitudinal					Estribos		
Seção	Barra	Hy [m]	Hz [m]	Ned [kN]	Myy [kN.m]	Mzz [kN.m]	v [-]	u1 [-]	u2 [-]	w [-]	Asl,min [cm2]	Asl,max [cm2]	Asl [cm2]	Asl [cm2]	díametro [mm]	nº de varões	Asl [cm2]	díametro [mm]	Scl,t1 [m]	Scl,t2 [m]			
1PF10	179	0,50	0,25	674,52	17,53	56,77	0,32	0,054	0,034	0,000	2,50	50,00	0,00	2,50	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
1PF11	180	0,50	0,25	607,23	17,56	69,54	0,29	0,067	0,034	0,000	2,50	50,00	0,00	2,50	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
1PF12	181	0,50	0,25	452,04	1,61	28,58	0,22	0,027	0,003	0,000	2,50	50,00	0,00	2,50	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
1PF13	182	0,50	0,25	369,91	6,76	23,98	0,18	0,023	0,013	0,000	2,50	50,00	0,00	2,50	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
1PF14	183	0,50	0,25	623,41	21,34	27,96	0,30	0,041	0,027	0,000	2,50	50,00	0,00	2,50	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
1PG1	317	0,30	0,20	101,35	5,63	8,74	0,10	0,029	0,028	0,000	1,20	24,00	0,00	1,20	10	4	3,14	6	0,15	0,09			
1PG2	312	0,30	0,20	205,09	30,8	1,70	0,20	0,154	0,006	0,200	1,20	24,00	4,61	4,61	10	8	6,28	6	0,15	0,09			
1PG3	313	0,30	0,20	271,15	39,58	5,90	0,27	0,198	0,020	0,250	1,20	24,00	5,76	5,76	10	8	6,28	6	0,15	0,09			
1PG4	314	0,30	0,20	233,63	22,94	5,01	0,23	0,114	0,017	0,000	1,20	24,00	0,00	1,20	10	4	3,14	6	0,15	0,09			









C 25/30	<i>f<sub>cd</sub></i>	16700 kPa
S 500	<i>f<sub>yd</sub></i>	435000 kPa

Cálculo do punçoamento das sapatas do bloco 2 - Parte 1 de 3

Pilar	Dimensões						Excentricidades		Ações		
	By [m]	Bz [m]	b0y [m]	b0z [m]	h [m]	d [m]	ey [m]	ez [m]	NEd [kN]	MEd,y [kN.m]	MEd,z [kN.m]
1PA1	1,00	2,00	0,25	0,50	0,60	0,55	0,005	0,004	145,08	0,20	6,95
1PA2	1,00	2,00	0,25	0,50	0,60	0,55	0,018	0,000	84,80	3,12	7,05
1PA3	1,00	2,00	0,25	0,50	0,60	0,55	0,000	0,011	119,91	0,32	4,95
1PA4	1,00	2,00	0,25	0,50	0,60	0,55	0,004	0,000	143,40	2,93	5,00
1PA5	1,00	2,00	0,25	0,50	0,60	0,55	0,001	0,014	81,26	0,53	7,29
1PA6	1,00	2,00	0,25	0,50	0,60	0,55	0,002	0,001	159,67	0,39	7,81
1PB1	4,00	3,00	0,50	0,30	1,00	0,95	0,001	0,011	1440,10	4,56	79,51
1PB2	4,50	4,50	0,50	0,30	1,20	1,15	0,010	0,003	1920,31	1,45	69,96
1PB3	4,80	4,50	0,50	0,30	1,20	1,15	0,001	0,022	1941,24	2,42	69,95
1PB4	4,20	3,00	0,50	0,30	1,00	0,95	0,005	0,011	1512,87	1,27	43,66
1PB5	4,00	3,00	0,50	0,30	1,00	0,95	0,005	0,130	1497,21	0,09	42,98
1PB6	5,00	4,00	0,50	0,30	1,20	1,15	0,002	0,022	1922,59	0,83	70,80
1PB7	5,00	4,50	0,50	0,30	1,20	1,15	0,001	0,034	2011,63	1,16	75,35
1PB8	4,00	3,50	0,50	0,30	1,00	0,95	0,001	0,025	1558,19	2,97	88,20
1PC1	3,80	3,50	0,50	0,30	0,90	0,85	0,007	0,002	1492,86	9,06	75,18
1PC2	4,50	4,50	0,50	0,30	1,20	1,15	0,772	0,053	1855,39	0,46	60,59
1PC3	4,50	4,50	0,50	0,30	1,20	1,15	0,578	0,049	1916,50	1,79	58,43
1PC4	4,80	4,50	0,50	0,30	1,20	1,15	0,588	0,018	1946,56	1,68	53,21
1PC5	4,80	4,50	0,50	0,30	1,20	1,15	0,420	0,025	1968,58	0,45	62,83
1PC6	4,00	4,00	0,50	0,30	1,00	0,95	0,339	0,010	1553,99	7,97	80,51
1PD1	2,00	1,00	0,40	0,20	0,60	0,55	0,291	0,021	604,58	0,05	8,10
1PD2	2,40	2,00	0,30	0,40	0,60	0,55	0,251	0,021	885,68	0,75	3,12
1PD3	2,40	2,00	0,30	0,40	0,60	0,55	0,227	0,019	938,51	1,12	0,44
1PD4	2,40	2,50	0,30	0,40	0,60	0,55	0,304	0,047	1051,65	5,36	10,36
1PD5	2,50	2,60	0,30	0,40	0,70	0,65	0,392	0,014	1090,98	1,58	10,42
1PD6	2,00	2,00	0,30	0,40	0,60	0,55	0,501	0,059	806,11	4,29	10,05
1PD7	1,50	2,00	0,30	0,40	0,60	0,55	0,480	0,004	750,43	2,37	0,12
1PD8	1,50	2,00	0,30	0,40	0,60	0,55	0,498	0,043	732,76	8,17	6,98
1PE1	2,00	1,50	0,75	0,20	0,60	0,55	0,629	0,011	696,90	3,79	39,41
1PE2	3,00	2,00	0,75	0,20	0,70	0,65	0,765	0,012	893,24	6,12	15,16
1PE3	3,40	2,50	0,75	0,20	0,80	0,75	1,306	0,120	1270,05	2,15	13,07
1PE4	3,40	2,50	0,75	0,20	0,80	0,75	0,001	0,005	1282,20	0,64	10,00
1PE5	3,00	2,50	0,75	0,20	0,80	0,75	0,026	0,006	1160,90	0,92	5,99
1PE6	3,40	2,50	0,75	0,20	0,80	0,75	0,036	0,005	1260,34	1,05	9,47
1PE7	3,00	2,00	0,75	0,20	0,70	0,65	0,031	0,005	965,93	7,54	30,98
1PF1	2,00	1,50	0,50	0,25	0,50	0,45	0,021	0,002	651,55	12,33	16,79
1PF2	2,00	1,00	0,50	0,25	0,50	0,45	0,062	0,009	353,75	0,87	22,70
1PF3	2,00	1,50	0,50	0,25	0,50	0,45	0,008	0,000	701,40	7,99	24,06
1PF4	2,00	1,50	0,50	0,25	0,50	0,45	0,001	0,010	606,51	9,35	34,38
1PF5	2,00	1,00	0,50	0,25	0,50	0,45	0,636	0,045	442,69	0,14	16,93
1PF6	2,00	1,00	0,50	0,25	0,50	0,45	0,005	0,003	368,36	3,37	16,98
1PF7	2,00	1,00	0,50	0,25	0,50	0,45	0,016	0,006	568,44	9,20	33,65
1PF8	2,00	1,50	0,50	0,25	0,50	0,45	0,018	0,004	679,10	9,61	28,46
1PF9	2,00	1,00	0,50	0,25	0,50	0,45	0,020	0,004	372,47	0,63	23,21
1PF10	2,00	1,50	0,50	0,25	0,50	0,45	0,024	0,003	674,52	8,39	28,63
1PF11	2,00	1,50	0,50	0,25	0,50	0,45	0,000	0,013	607,23	9,10	35,40
1PF12	2,00	1,00	0,50	0,25	0,50	0,45	0,003	0,001	452,04	0,48	14,90
1PF13	2,00	1,00	0,50	0,25	0,50	0,45	0,009	0,005	369,91	3,65	12,55
1PF14	2,00	1,50	0,50	0,25	0,50	0,45	0,008	0,014	623,41	10,38	13,85
1PG1	2,00	1,00	0,50	0,25	0,50	0,45	0,010	0,008	101,35	2,50	4,76
1PG2	2,00	1,00	0,50	0,25	0,50	0,45	0,021	0,010	205,09	15,39	0,35
1PG3	2,00	1,00	0,50	0,25	0,50	0,45	0,027	0,022	271,15	19,88	3,17
1PG4	2,00	1,00	0,50	0,25	0,50	0,45	0,012	0,017	233,63	11,53	2,22



Pilar	Verificação para o segundo perimetro													Verificação	
	by [m]	bz [m]	β [-]	a [-]	ui [m]	Acont [m2]	σmed [kN]	Δved [kN]	VEd,red [kN]	ved,r [kPa]	pl [-]	k [-]	vrđ,c [Mpa]	vrđ,min [Mpa]	vrđ [kPa]
1PA1	0,78	1,03	1,01	0,26	3,15	0,74	48,36	35,56	109,52	64,10	0,00013	1,60	556,49	1488,37	64,10
1PA2	0,78	1,03	1,03	0,26	3,15	0,74	28,27	20,78	64,02	38,12	0,00009	1,60	485,76	1488,37	38,12
1PB1	0,78	1,03	1,03	0,26	3,15	0,74	39,97	29,39	90,52	53,64	0,00011	1,60	519,44	1488,37	53,64
1PB2	0,78	1,03	1,01	0,26	3,15	0,74	47,80	35,14	108,26	62,90	0,00013	1,60	552,62	1488,37	62,90
1PC1	0,78	1,03	1,03	0,26	3,15	0,74	27,09	19,91	61,35	36,56	0,00008	1,60	475,73	1488,37	36,56
1PC2	0,78	1,03	1,01	0,26	3,15	0,74	53,22	39,13	120,54	69,95	0,00015	1,60	575,36	1488,37	69,95
1PD1	2,95	2,75	1,01	1,23	9,30	6,82	205,73	1403,96	36,14	4,12	0,00088	1,46	352,67	478,26	4,12
1PD2	3,30	3,10	1,01	1,40	10,40	8,55	213,37	1823,76	96,54	8,12	0,00085	1,42	358,83	484,96	8,12
1PE1	3,51	3,31	1,01	1,51	11,06	9,67	208,74	2019,27	-78,02	-6,21	0,00089	1,42	339,46	451,13	-6,21
1PE2	3,09	2,89	1,01	1,30	9,74	7,49	210,12	1573,92	-61,05	-6,65	0,00098	1,46	345,70	452,41	-6,65
1PF1	2,95	2,75	1,08	1,23	9,30	6,82	213,89	1459,64	37,57	4,59	0,00089	1,46	354,66	478,26	4,59
1PG2	3,65	3,45	1,01	1,58	11,50	10,46	213,62	2235,15	-312,55	-23,90	0,00100	1,42	336,67	431,08	-23,90
1PG3	3,65	3,45	1,02	1,58	11,50	10,46	211,75	2215,57	-203,94	-15,68	0,00099	1,42	335,72	431,08	-15,68
1PG4	2,95	2,75	1,02	1,23	9,30	6,82	207,76	1417,82	140,37	16,14	0,00088	1,46	353,79	478,26	16,14
1PG5	2,81	2,61	1,01	1,16	8,86	6,19	204,50	1265,66	227,21	30,33	0,00097	1,49	352,30	466,15	30,33
2PA1	3,30	3,10	1,45	1,40	10,40	8,55	206,15	1762,11	93,28	11,31	0,00082	1,42	354,36	484,96	11,31
2PA2	3,30	3,10	1,34	1,40	10,40	8,55	212,94	1820,15	96,35	10,77	0,00084	1,42	358,14	484,96	10,77
2PA3	3,51	3,31	1,32	1,51	11,06	9,67	209,31	2024,79	-78,24	-8,12	0,00089	1,42	339,14	451,13	-8,12
2PA4	3,51	3,31	1,23	1,51	11,06	9,67	211,67	2047,70	-79,12	-7,65	0,00090	1,42	340,70	451,13	-7,65
2PA5	2,95	2,75	1,22	1,23	9,30	6,82	194,25	1325,62	228,37	31,60	0,00089	1,46	354,59	478,26	31,60
2PA6	1,52	1,32	1,40	0,56	4,72	1,74	201,53	350,09	254,49	137,08	0,00053	1,60	416,00	697,67	137,08
2PA7	1,77	1,87	1,24	0,74	6,02	2,85	201,29	572,91	312,77	117,40	0,00086	1,60	370,97	531,56	117,40
2PA8	1,77	1,87	1,22	0,74	6,02	2,85	213,30	607,08	331,43	122,13	0,00090	1,60	377,88	531,56	122,13
2PA9	1,77	1,87	1,30	0,74	6,02	2,85	214,62	610,85	440,80	172,65	0,00095	1,60	384,22	531,56	172,65
2PA10	1,84	1,94	1,36	0,77	6,24	3,06	213,92	654,73	436,25	146,78	0,00074	1,55	387,45	572,74	146,78
2PA11	1,49	1,59	1,57	0,60	5,14	2,07	201,53	416,20	389,91	216,76	0,00058	1,60	403,00	656,63	216,76
2PA12	1,14	1,24	1,70	0,42	4,04	1,26	214,41	270,62	479,81	366,51	0,00056	1,60	563,46	930,23	366,51
2PA13	1,14	1,24	1,73	0,42	4,04	1,26	209,36	264,25	468,51	364,12	0,00056	1,60	564,65	930,23	364,12
2PA14	1,63	1,08	2,05	0,44	4,65	1,58	199,11	315,11	381,79	306,50	0,00042	1,60	489,93	893,02	306,50
2PA15	2,33	1,78	1,78	0,79	6,85	3,59	178,65	642,16	251,08	100,18	0,00072	1,55	374,15	560,02	100,18
2PA16	2,61	2,06	2,15	0,93	7,73	4,61	215,26	993,40	276,65	102,50	0,00087	1,52	381,61	528,49	102,50
2PB2	2,61	2,06	1,00	0,93	7,73	4,61	217,32	1002,90	279,30	48,38	0,00088	1,52	382,37	528,49	48,38
2PB3	2,33	1,78	1,03	0,79	6,85	3,59	211,07	758,71	402,19	80,37	0,00063	1,52	402,95	622,44	80,37
2PB4	2,61	2,06	1,03	0,93	7,73	4,61	213,62	985,80	274,54	48,85	0,00086	1,52	380,18	528,49	48,85
2PB5	2,33	1,78	1,03	0,79	6,85	3,59	193,19	694,41	271,52	62,93	0,00079	1,55	386,21	560,02	62,93
2PB6	1,55	1,30	1,03	0,53	4,80	1,78	186,16	331,06	320,49	152,77	0,00070	1,67	413,94	645,50	152,77
2PB7	1,55	1,30	1,09	0,53	4,80	1,78	117,92	209,70	144,05	72,47	0,00046	1,67	358,03	645,50	72,47
2PB8	1,55	1,30	1,01	0,53	4,80	1,78	200,40	356,39	345,01	161,54	0,00076	1,67	424,05	645,50	161,54
2PB9	1,55	1,30	1,01	0,53	4,80	1,78	173,29	308,18	298,33	139,71	0,00068	1,67	408,99	645,50	139,71
2PC2	1,55	1,30	1,88	0,53	4,80	1,78	147,56	262,43	180,26	157,13	0,00055	1,67	380,64	645,50	157,13
2PC3	1,55	1,30	1,01	0,53	4,80	1,78	122,79	218,36	150,00	69,95	0,00047	1,67	362,15	645,50	69,95
2PC4	1,55	1,30	1,02	0,53	4,80	1,78	189,48	336,97	231,47	109,66	0,00076	1,67	424,21	645,50	109,66
2PC5	1,55	1,30	1,03	0,53	4,80	1,78	194,03	345,06	334,04	158,61	0,00074	1,67	421,68	645,50	158,61
2PC6	1,55	1,30	1,03	0,53	4,80	1,78	124,16	220,80	151,67	72,18	0,00048	1,67	363,72	645,50	72,18
2PC7	1,55	1,30	1,03	0,53	4,80	1,78	192,72	342,73	331,79	158,76	0,00074	1,67	420,38	645,50	158,76
2PC8	1,55	1,30	1,01	0,53	4,80	1,78	173,49	308,54	298,69	140,34	0,00068	1,67	409,35	645,50	140,34
2PC9	1,55	1,30	1,00	0,53	4,80	1,78	150,68	267,97	184,07	85,58	0,00056	1,67	382,63	645,50	85,58
2PC10	1,55	1,30	1,01	0,53	4,80	1,78	123,30	219,28	150,63	70,76	0,00047	1,67	360,86	645,50	70,76
2PC11	1,55	1,30	1,02	0,53	4,80	1,78	178,12	316,76	306,65	144,79	0,00067	1,67	406,57	645,50	144,79
2PC12	1,55	1,30	1,02	0,53	4,80	1,78	33,78	60,08	41,27	19,43	0,00013	1,67	238,53	645,50	19,43
2PD1	1,55	1,30	1,03	0,53	4,80	1,78	68,36	121,58	83,51	39,90	0,00029	1,67	309,09	645,50	39,90
2PD2	1,55	1,30	1,05	0,53	4,80	1,78	90,38	160,74	110,41	53,44	0,00039	1,67	340,30	645,50	53,44
2PD3	1,55	1,30	1,03	0,53	4,80	1,78	77,88	138,50	95,13	45,19	0,00032	1,67	317,01	645,50	45,19



Pilar	Dimensões					Tensões					Esforços no corte I-I					Verificação		
	By [m]	Bz [m]	b0y [m]	b0z [m]	h [m]	d [m]	og1 [kPa]	og2 [kPa]	og3 [kPa]	og4 [kPa]	σaux1 [kPa]	σaux2 [kPa]	VEd [kN]	ρl [-]	k [-]	VRd,c [kN]	VRd,min [kN]	VRd [kN]
1PA1	1,00	2,00	0,25	0,50	0,60	0,55	62,46	34,66	62,06	34,26	62,53	34,73	9,72	0,00013	1,60	73,04	195,35	195,35
1PA2	1,00	2,00	0,25	0,50	0,60	0,55	45,49	39,25	17,29	11,05	47,60	41,36	13,03	0,00009	1,60	63,76	195,35	195,35
1PA3	1,00	2,00	0,25	0,50	0,60	0,55	50,19	49,55	30,39	29,75	53,66	53,02	10,32	0,00011	1,60	68,18	195,35	195,35
1PA4	1,00	2,00	0,25	0,50	0,60	0,55	60,73	54,87	40,73	34,87	64,23	58,37	11,91	0,00013	1,60	72,53	195,35	195,35
1PA5	1,00	2,00	0,25	0,50	0,60	0,55	42,20	41,14	13,04	11,98	47,30	46,24	8,84	0,00008	1,60	62,44	195,35	195,35
1PA6	1,00	2,00	0,25	0,50	0,60	0,55	69,23	68,45	37,99	37,21	74,70	73,92	14,32	0,00015	1,60	75,52	195,35	195,35
1PB1	4,00	3,00	0,50	0,30	1,00	0,95	224,07	221,46	189,99	187,39	217,25	214,65	350,97	0,00088	1,46	864,05	1171,73	1171,73
1PB2	4,50	4,50	0,50	0,30	1,20	1,15	223,95	223,52	203,22	202,79	220,03	219,60	948,08	0,00085	1,42	1130,32	1527,62	948,08
1PB3	4,80	4,50	0,50	0,30	1,20	1,15	218,48	217,79	199,68	198,99	214,57	213,87	985,78	0,00089	1,42	1226,14	1629,47	985,78
1PB4	4,20	3,00	0,50	0,30	1,00	0,95	219,14	218,43	201,81	201,11	215,42	214,72	364,44	0,00098	1,46	940,14	1230,32	364,44
1PB5	4,00	3,00	0,50	0,30	1,00	0,95	223,12	223,07	204,70	204,65	219,44	219,39	354,01	0,00089	1,46	868,92	1171,73	354,01
1PB6	5,00	4,00	0,50	0,30	1,20	1,15	223,20	222,92	204,32	204,04	219,05	218,77	773,45	0,00100	1,42	1325,63	1697,36	773,45
1PB7	5,00	4,50	0,50	0,30	1,20	1,15	221,43	221,11	202,40	202,07	217,24	216,92	1041,08	0,00099	1,42	1321,89	1697,36	1041,08
1PB8	4,00	3,50	0,50	0,30	1,00	0,95	226,08	224,72	190,80	189,44	219,02	217,66	576,86	0,00088	1,46	866,78	1171,73	576,86
1PC1	3,80	3,50	0,50	0,30	0,90	0,85	222,89	218,64	190,37	186,11	216,04	211,79	619,42	0,00097	1,49	772,90	1022,97	619,42
1PC2	4,50	4,50	0,50	0,30	1,20	1,15	215,20	215,06	197,25	197,11	211,81	211,67	912,43	0,00082	1,42	1116,24	1527,62	912,43
1PC3	4,50	4,50	0,50	0,30	1,20	1,15	221,87	221,34	204,55	204,02	218,60	218,07	940,36	0,00084	1,42	1128,13	1527,62	940,36
1PC4	4,80	4,50	0,50	0,30	1,20	1,15	216,70	216,22	202,40	201,91	213,72	213,24	980,26	0,00089	1,42	1224,96	1629,47	980,26
1PC5	4,80	4,50	0,50	0,30	1,20	1,15	220,18	220,06	203,29	203,17	216,67	216,54	995,72	0,00090	1,42	1230,61	1629,47	995,72
1PC6	4,00	4,00	0,50	0,30	1,00	0,95	210,84	207,85	180,65	177,66	204,80	201,81	742,77	0,00089	1,46	868,75	1171,73	742,77
1PD1	2,00	1,00	0,40	0,20	0,60	0,55	209,73	209,53	193,53	193,33	207,70	207,50	20,86	0,00053	1,60	232,96	390,70	20,86
1PD2	2,40	2,00	0,30	0,40	0,60	0,55	203,58	202,55	200,03	199,01	202,84	201,81	121,62	0,00086	1,60	327,19	468,84	121,62
1PD3	2,40	2,00	0,30	0,40	0,60	0,55	214,31	213,81	212,78	212,28	213,99	213,49	128,34	0,00090	1,60	333,29	468,84	128,34
1PD4	2,40	2,50	0,30	0,40	0,60	0,55	222,53	217,28	211,96	206,71	220,33	215,08	262,57	0,00095	1,60	338,88	468,84	262,57
1PD5	2,50	2,60	0,30	0,40	0,70	0,65	219,54	218,11	209,73	208,30	217,77	216,34	245,18	0,00074	1,55	372,92	551,27	245,18
1PD6	2,00	2,00	0,30	0,40	0,60	0,55	212,28	205,85	197,21	190,77	210,02	203,59	103,97	0,00058	1,60	239,79	390,70	103,97
1PD7	1,50	2,00	0,30	0,40	0,60	0,55	216,58	216,30	212,51	212,24	216,44	216,17	81,14	0,00056	1,60	177,49	293,02	81,14
1PD8	1,50	2,00	0,30	0,40	0,60	0,55	224,34	210,33	208,39	194,38	223,81	209,80	81,40	0,00056	1,60	177,87	293,02	81,40
1PE1	2,00	1,50	0,75	0,20	0,60	0,55	237,23	228,56	169,67	161,00	234,69	226,03	46,33	0,00042	1,60	214,34	390,70	46,33
1PE2	3,00	2,00	0,75	0,20	0,70	0,65	188,38	181,04	176,26	168,91	186,46	179,12	137,81	0,00072	1,55	441,96	661,52	137,81
1PE3	3,40	2,50	0,75	0,20	0,80	0,75	220,05	218,30	212,23	210,48	218,72	216,98	297,17	0,00087	1,52	601,71	833,29	297,17
1PE4	3,40	2,50	0,75	0,20	0,80	0,75	220,57	220,05	214,59	214,07	218,86	218,34	596,92	0,00088	1,52	602,91	833,29	596,92
1PE5	3,00	2,50	0,75	0,20	0,80	0,75	213,65	212,85	209,30	208,49	212,53	211,72	510,45	0,00063	1,52	475,98	735,26	510,45
1PE6	3,40	2,50	0,75	0,20	0,80	0,75	216,88	216,02	211,21	210,36	215,25	214,40	586,53	0,00086	1,52	599,45	833,29	586,53
1PE7	3,00	2,00	0,75	0,20	0,70	0,65	210,10	201,05	185,32	176,27	203,70	194,65	333,92	0,00079	1,55	456,21	661,52	333,92
1PF1	2,00	1,50	0,50	0,25	0,50	0,45	214,64	186,46	185,86	157,67	208,88	180,70	108,72	0,00070	1,67	217,32	338,89	108,72
1PF2	2,00	1,00	0,50	0,25	0,50	0,45	142,36	138,88	96,96	93,48	133,28	129,80	6,80	0,00046	1,67	187,97	338,89	6,80
1PF3	2,00	1,50	0,50	0,25	0,50	0,45	230,15	211,89	188,91	170,65	221,91	203,64	119,29	0,00076	1,67	222,63	338,89	119,29
1PF4	2,00	1,50	0,50	0,25	0,50	0,45	213,44	192,07	154,51	133,13	201,66	180,28	108,27	0,00068	1,67	214,72	338,89	108,27
1PF5	2,00	1,00	0,50	0,25	0,50	0,45	164,77	164,21	130,91	130,35	158,00	157,44	8,06	0,00055	1,67	199,83	338,89	8,06
1PF6	2,00	1,00	0,50	0,25	0,50	0,45	146,51	133,03	112,55	99,07	139,71	126,23	6,82	0,00047	1,67	190,13	338,89	6,82
1PF7	2,00	1,00	0,50	0,25	0,50	0,45	241,53	204,73	174,23	137,43	228,07	191,27	10,82	0,00076	1,67	222,71	338,89	10,82
1PF8	2,00	1,50	0,50	0,25	0,50	0,45	229,41	207,44	180,62	158,65	219,65	197,68	117,45	0,00074	1,67	221,38	338,89	117,45
1PF9	2,00	1,00	0,50	0,25	0,50	0,45	148,63	146,11	102,21	99,69	139,34	136,82	7,14	0,00048	1,67	190,95	338,89	7,14
1PF10	2,00	1,50	0,50	0,25	0,50	0,45	226,85	207,67	177,77	158,59	217,03	197,86	116,79	0,00074	1,67	220,70	338,89	116,79
1PF11	2,00	1,50	0,50	0,25	0,50	0,45	214,24	193,44	153,55	132,75	202,10	181,30	108,77	0,00068	1,67	214,91	338,89	108,77
1PF12	2,00	1,00	0,50	0,25	0,50	0,45	166,54	164,62	136,74	134,82	160,58	158,66	8,13	0,00056	1,67	200,88	338,89	8,13
1PF13	2,00	1,00	0,50	0,25	0,50	0,45	143,15	128,55	118,05	103,45	138,13	123,53	6,67	0,00047	1,67	189,45	338,89	6,67
1PF14	2,00	1,50	0,50	0,25	0,50	0,45	201,85	178,13	178,11	154,38	197,10	173,58	103,19	0,00067	1,67	213,45	338,89	103,19
1PG1	2,00	1,00	0,50	0,25	0,50	0,45	43,54	34,02	33,54	24,02	41,54	32,02	1,89	0,00013	1,67	125,23	338,89	1,89
1PG2	2,00	1,00	0,50	0,25	0,50	0,45	99,49	98,79	37,93	37,23	87,18	86,48	4,65	0,00029	1,67	162,27	338,89	4,65
1PG3	2,00	1,00	0,50	0,25	0,50	0,45	133,31	126,97	53,79	47,45	117,41	111,07	6,11	0,00039	1,67	178,66	338,89	6,11
1PG4	2,00	1,00	0,50	0,25	0,50	0,45	103,16	98,72	57,04	52,60	93,93	89,49	4,82	0,00032	1,67	166,43	338,89	4,82

Cálculo das sapatas das paredes do bloco 2

C25/30 S500	$f_{cd}$ $f_{yd}$	16700 kPa 435000 kPa
----------------	----------------------	-------------------------

oadm1 oadm2	220,00 kPa 240,00 kPa
----------------	--------------------------

Parede	Dimensões						C. de Rigidez		Ações				Excentricidades					Tensões					
	By [m]	Bz [m]	b0y [m]	b0z [m]	h [m]	d [m]	d1 [m]	d2 [m]	P [kN]	VEk [kN]	Myy,k [kN.m]	Mzz,k [kN.m]	ey [m]	ez [m]	ny [m]	nz [m]	ny+nz [<0,167]	og1 [kPa]	og2 [kPa]	og3 [kPa]	og4 [kPa]	oref [kPa]	oadm [kPa]
Pa1	4,00	1,00	2,00	0,25	0,60	0,55	0,19	0,50	60,00	255,69	6,04	8,21	0,026	0,019	0,007	0,019	0,026	72,85	58,35	67,92	53,43	67,99	220,00
Pa2	4,00	1,00	2,00	0,25	0,60	0,55	0,19	0,50	60,00	296,89	8,70	1,95	0,005	0,024	0,001	0,024	0,026	82,40	61,52	81,23	60,35	76,89	220,00
Pa3	1,50	6,00	0,25	5,50	0,60	0,55	0,13	0,31	135,00	299,64	39,40	72,62	0,167	0,091	0,111	0,015	0,126	101,94	91,43	24,48	13,97	79,94	220,00
Pa4	1,00	6,00	0,25	5,65	0,60	0,55	0,09	0,19	90,00	711,86	21,04	45,06	0,056	0,026	0,056	0,004	0,061	156,18	150,17	78,93	72,92	135,37	220,00
Pa5	1,00	6,00	0,25	5,50	0,60	0,55	0,13	0,19	90,00	522,54	51,90	53,18	0,087	0,085	0,087	0,014	0,101	140,50	125,67	49,34	34,51	114,00	220,00
Pa6	1,00	3,00	0,25	1,90	0,60	0,55	0,28	0,19	45,00	522,84	0,60	19,28	0,034	0,001	0,034	0,000	0,034	171,18	170,58	113,34	112,74	156,57	220,00
Pa7	1,00	6,00	0,25	5,50	0,60	0,55	0,13	0,19	90,00	538,64	44,81	52,58	0,084	0,071	0,084	0,012	0,096	141,28	128,47	51,14	38,34	115,54	220,00

Parede	Dimensões						C. de Rigidez		Ações			Excentricidades					Tensões					
	By [m]	Bz [m]	bOy [m]	bOz [m]	h [m]	d [m]	d1 [m]	d2 [m]	NEd [kN]	MvY [kN.m]	Mzz [kN.m]	ey [m]	ez [m]	ny [m]	nz [m]	ny+nz [-]	og1 [kPa]	og2 [kPa]	og3 [kPa]	og4 [kPa]	oref [kPa]	oadm [kPa]
Pa1	4,00	1,00	2,00	0,25	0,60	0,55	0,19	0,50	350,78	8,60	11,84	0,034	0,025	0,008	0,025	0,033	84,03	76,92	63,39	56,28	77,09	220,00
Pa2	4,00	1,00	2,00	0,25	0,60	0,55	0,19	0,50	408,41	12,36	2,50	0,006	0,030	0,002	0,030	0,032	97,26	95,76	67,60	66,10	89,47	220,00
Pa3	1,50	6,00	0,25	5,50	0,60	0,55	0,13	0,31	424,23	56,48	104,53	0,246	0,133	0,164	0,022	0,186	119,84	8,35	104,78	-6,72	88,20	220,00
Pa4	1,00	6,00	0,25	5,65	0,60	0,55	0,09	0,19	996,47	30,14	65,30	0,066	0,030	0,066	0,005	0,071	202,63	90,69	194,02	82,08	172,49	220,00
Pa5	1,00	6,00	0,25	5,50	0,60	0,55	0,13	0,19	728,06	73,76	76,97	0,106	0,101	0,106	0,017	0,123	180,52	48,57	159,45	27,50	142,26	220,00
Pa6	1,00	3,00	0,25	1,90	0,60	0,55	0,28	0,19	730,30	1,04	28,02	0,038	0,001	0,038	0,000	0,039	225,12	141,06	224,08	140,02	203,85	220,00
Pa7	1,00	6,00	0,25	5,50	0,60	0,55	0,13	0,19	750,47	63,63	56,19	0,075	0,085	0,075	0,014	0,089	164,46	68,14	146,28	49,96	135,84	220,00

Parede	Dimensões						Direção y						Direção z						Armadura						
	By [m]	Bz [m]	bOy [m]	bOz [m]	h [m]	d [m]	L [m]	PEd [kN/m]	MSd [kN.m]	u [-]	w [-]	AsI,y [cm2]	L [m]	PEd [kN/m]	MSd [kN.m]	u [-]	w [-]	AsI,z [cm2]	AsI,min [cm2]	AsI [cm2]	diâmetro [mm]	esp./ varões	AsI [cm2]	lbd,inf [cm]	lb,min [cm]
Pa1	4,00	1,00	2,00	0,25	0,60	0,55	1,30	77,09	65,14	0,013	0,013	2,74	0,41	77,09	6,56	0,001	0,001	0,27	7,44	7,44	10	10	7,85	40	24
Pa2	4,00	1,00	2,00	0,25	0,60	0,55	1,30	89,47	75,61	0,015	0,015	3,18	0,41	89,47	7,61	0,002	0,002	0,32	7,44	7,44	10	10	7,85	40	24
Pa3	1,50	6,00	0,25	5,50	0,60	0,55	0,66	88,20	19,36	0,004	0,004	0,81	1,08	88,20	50,97	0,010	0,010	2,14	7,44	7,44	10	10	7,85	40	24
Pa4	1,00	6,00	0,25	5,65	0,60	0,55	0,41	172,49	14,68	0,003	0,003	0,61	1,02	172,49	90,17	0,018	0,018	3,80	7,44	7,44	10	10	7,85	40	24
Pa5	1,00	6,00	0,25	5,50	0,60	0,55	0,41	142,26	12,10	0,002	0,002	0,51	1,08	142,26	82,20	0,016	0,016	3,46	7,44	7,44	10	10	7,85	40	24
Pa6	1,00	3,00	0,25	1,90	0,60	0,55	0,41	203,85	17,34	0,003	0,003	0,73	0,84	203,85	71,06	0,014	0,014	2,99	7,44	7,44	10	10	7,85	40	24
Pa7	1,00	6,00	0,25	5,50	0,60	0,55	0,41	135,84	11,56	0,002	0,002	0,48	1,08	135,84	78,49	0,016	0,016	3,31	7,44	7,44	10	10	7,85	40	24

Cálculo das paredes do bloco 2

C 25/30	<i>fcd</i>	16700 kPa
S 500	<i>fyd</i>	435000 kPa

Parede	Painel	Lx [m]	Ly [m]	NEd [kN]	Med [kN.m]	v [-]	u [-]	w [-]	As,vmin [cm2/m]	As,v [cm2/m]	diâmetro [mm]	esp./ varões	Asl [cm2/m]
Pa1	301	2,00	0,25	350,78	11,84	0,08	0,011	0,220	5,00	10,56	12	10	11,31
Pa2	194	2,00	0,25	408,41	12,36	0,10	0,012	0,240	5,00	11,52	16	15	13,40
Pa3	214	0,25	5,50	424,23	104,53	0,10	0,100	0,150	5,00	7,20	12	15	7,54
Pa4	190	0,25	5,65	996,47	65,30	0,24	0,063	0,600	5,00	28,79	20	10	31,42
Pa5	233	0,25	5,50	728,06	76,97	0,17	0,074	0,430	5,00	20,64	20	15	20,94
Pa6	191	0,25	1,90	730,30	28,02	0,17	0,027	0,410	5,00	19,68	16	10	20,11
Pa7	234	0,25	5,50	750,47	56,19	0,18	0,054	0,400	5,00	19,20	16	10	20,11
Pa8	488	0,25	0,25	878,13	74,59	0,21	0,071	0,440	5,00	21,11	20	12,5	25,13
Pa9	618	0,25	0,25	828,40	93,03	0,20	0,089	0,410	5,00	19,68	20	15	20,94

Parede	Painel	Lx [m]	Ly [m]	Med [kN.m]	u [-]	w [-]	As,hmin [cm2]	As,h [cm2/m]	diâmetro [mm]	esp./ varões	Asl [cm2/m]
Pa1	301	2,00	0,25	22,98	0,022	0,022	2,83	2,83	10	25	3,14
Pa2	194	2,00	0,25	28,82	0,028	0,028	3,35	3,35	10	20	3,93
Pa3	214	0,25	5,50	22,23	0,021	0,022	2,50	2,50	10	25	3,14
Pa4	190	0,25	5,65	18,19	0,017	0,018	7,85	7,85	10	10	7,85
Pa5	233	0,25	5,50	22,22	0,021	0,022	5,24	5,24	10	15	5,24
Pa6	191	0,25	1,90	23,91	0,023	0,023	5,03	5,03	10	15	5,24
Pa7	234	0,25	5,50	24,23	0,023	0,023	5,03	5,03	10	15	5,24
Pa8	488	0,25	11,25	16,14	0,015	0,016	6,28	6,28	10	25	3,14
Pa9	618	0,25	11,25	22,22	0,021	0,022	5,24	5,24	10	25	3,14

Parede	Painel	Lx [m]	Ly [m]	Ved [kN]	pl [-]	k [-]	Vrd,c [kN]	Vrd,min [kN]
Pa1	301	2,00	0,25	7,56	0,00452	1,85	94,68	110,09
Pa2	194	2,00	0,25	10,40	0,00536	1,85	100,20	110,09
Pa3	214	0,25	5,50	27,21	0,00302	1,85	82,71	110,09
Pa4	190	0,25	5,65	18,95	0,01257	1,85	133,09	110,09
Pa5	233	0,25	5,50	69,44	0,00838	1,85	116,27	110,09
Pa6	191	0,25	1,90	24,28	0,00804	1,85	114,70	110,09
Pa7	234	0,25	5,50	104,82	0,00804	1,85	114,70	110,09
Pa8	488	0,25	11,25	54,07	0,01005	1,85	123,55	110,09
Pa9	618	0,25	11,25	83,25	0,01005	1,85	123,55	110,09

Cálculo de vigas com dois níveis de armaduras

C 25/30	$f_{cd}$	16700 kPa
S 500	$f_{yd}$	435000 kPa

Bloco 2		Armadura - nível 1								Armadura - nível 2			
Secção	Barra	b [m]	h [m]	d [m]	Myy- [kN.m]	diametro [mm]	nº de varões	Asl,1 [cm2]	ds [cm]	diametro [mm]	nº de varões	Asl,2 [cm2]	ds [cm]
1VHC	703	0,25	0,70	0,64	316,52	20	3	9,42	2,90	20	2	6,28	7,80
1VHC	710	0,25	0,70	0,64	298,18	20	3	9,42	2,90	20	2	6,28	7,80
1VHC	712	0,25	0,70	0,64	303,14	20	3	9,42	2,90	20	2	6,28	7,80
1VHC	725	0,25	0,70	0,64	312,06	20	3	9,42	2,90	20	2	6,28	7,80
1VHC	727	0,25	0,70	0,64	259,42	20	3	9,42	2,90	20	2	6,28	7,80
1VHC	741	0,25	0,70	0,64	264,88	20	3	9,42	2,90	20	2	6,28	7,80
1VHC	743	0,25	0,70	0,64	301,47	20	3	9,42	2,90	20	2	6,28	7,80
1VHC	748	0,25	0,70	0,64	298,24	20	3	9,42	2,90	20	2	6,28	7,80
1VVA	250	0,25	0,90	0,84	538,36	20	3	9,42	2,90	20	3	9,42	2,90
1VVA	262	0,25	0,90	0,84	565,45	20	3	9,42	2,90	20	3	9,42	2,90
1VVB	290	0,30	0,90	0,84	647,25	20	4	12,57	2,93	20	3	9,42	5,40
1VVB	292	0,30	0,90	0,84	654,04	20	4	12,57	2,93	20	3	9,42	5,40
1VVB	298	0,30	0,90	0,84	661,72	20	4	12,57	2,93	20	3	9,42	5,40
1VVB	300	0,30	0,90	0,84	654,24	20	4	12,57	2,93	20	3	9,42	5,40
2VVB	931	0,30	0,90	0,84	647,63	20	4	12,57	2,93	20	3	9,42	5,40
2VVB	932	0,30	0,90	0,84	473,13	20	3	9,42	5,40	20	2	6,28	12,80
2VVB	934	0,30	0,90	0,84	626,45	20	4	12,57	2,93	20	3	9,42	5,40
2VVB	935	0,30	0,90	0,84	482,68	20	4	12,57	2,93	20	3	9,42	5,40
2VVB	942	0,30	0,90	0,84	615,58	20	4	12,57	2,93	20	3	9,42	5,40
2VVB	943	0,30	0,90	0,84	459,16	20	4	12,57	2,93	20	2	6,28	12,80
2VVB	946	0,30	0,90	0,84	629,20	20	4	12,57	2,93	20	3	9,42	5,40
2VVB	947	0,30	0,90	0,84	457,44	20	4	12,57	2,93	20	2	6,28	12,80

Bloco 1		Armadura - nível 1								Armadura - nível 2			
Secção	Barra	b [m]	h [m]	d [m]	Myy+ [kN.m]	diametro [mm]	nº de varões	Asl,1 [cm2]	ds [cm]	diametro [mm]	nº de varões	Asl,2 [cm2]	ds [cm]
4VHC	258	0,35	1,70	1,64	1178,60	20	4	12,57	4,60	20	2	6,28	17,80
4VHD	259	0,35	1,70	1,64	1090,27	20	4	12,57	4,60	20	2	6,28	17,80

Bloco 2		Armaduras			Equilíbrio de forças				Equilíbrio de momentos				
Secção	Barra	As1 [cm2]	As2 [cm2]	As,tot [cm2]	Fs1 [kN]	Fs2 [kN]	Fc [kN]	x [m]	Z1 [m]	Z2 [m]	Ms1 [kN.m]	Ms2 [kN.m]	Mrd [kN.m]
1VHC	703	9,42	6,28	15,71	409,98	273,32	683,30	0,2046	0,56	0,47	228,84	127,96	356,80
1VHC	710	9,42	6,28	15,71	409,98	273,32	683,30	0,2046	0,56	0,47	228,84	127,96	356,80
1VHC	712	9,42	6,28	15,71	409,98	273,32	683,30	0,2046	0,56	0,47	228,84	127,96	356,80
1VHC	725	9,42	6,28	15,71	409,98	273,32	683,30	0,2046	0,56	0,47	228,84	127,96	356,80
1VHC	727	9,42	6,28	15,71	409,98	273,32	683,30	0,2046	0,56	0,47	228,84	127,96	356,80
1VHC	741	9,42	6,28	15,71	409,98	273,32	683,30	0,2046	0,56	0,47	228,84	127,96	356,80
1VHC	743	9,42	6,28	15,71	409,98	273,32	683,30	0,2046	0,56	0,47	228,84	127,96	356,80
1VHC	748	9,42	6,28	15,71	409,98	273,32	683,30	0,2046	0,56	0,47	228,84	127,96	356,80
1VVA	250	9,42	9,42	18,85	409,98	409,98	819,96	0,2455	0,74	0,65	304,12	267,22	571,35
1VVA	262	9,42	9,42	18,85	409,98	409,98	819,96	0,2455	0,74	0,65	304,12	267,22	571,35
1VVB	290	12,57	9,42	21,99	546,64	409,98	956,61	0,2387	0,74	0,65	406,99	268,34	675,33
1VVB	292	12,57	9,42	21,99	546,64	409,98	956,61	0,2387	0,74	0,65	406,99	268,34	675,33
1VVB	298	12,57	9,42	21,99	546,64	409,98	956,61	0,2387	0,74	0,65	406,99	268,34	675,33
1VVB	300	12,57	9,42	21,99	546,64	409,98	956,61	0,2387	0,74	0,65	406,99	268,34	675,33
2VVB	931	12,57	9,42	21,99	546,64	409,98	956,61	0,2387	0,74	0,65	406,99	268,34	675,33
2VVB	932	9,42	6,28	15,71	409,98	273,32	683,30	0,1705	0,77	0,68	316,42	186,35	502,77
2VVB	934	12,57	9,42	21,99	546,64	409,98	956,61	0,2387	0,74	0,65	406,99	268,34	675,33
2VVB	935	12,57	9,42	21,99	546,64	409,98	956,61	0,2387	0,74	0,65	406,99	268,34	675,33
2VVB	942	12,57	9,42	21,99	546,64	409,98	956,61	0,2387	0,74	0,65	406,99	268,34	675,33
2VVB	943	12,57	6,28	18,85	546,64	273,32	819,96	0,2046	0,76	0,67	414,44	182,62	597,07
2VVB	946	12,57	9,42	21,99	546,64	409,98	956,61	0,2387	0,74	0,65	406,99	268,34	675,33
2VVB	947	12,57	6,28	18,85	546,64	273,32	819,96	0,2046	0,76	0,67	414,44	182,62	597,07

Bloco 1		Armaduras			Equilíbrio de forças				Equilíbrio de momentos				
Secção	Barra	As1 [cm2]	As2 [cm2]	As,tot [cm2]	Fs1 [kN]	Fs2 [kN]	Fc [kN]	x [m]	Z1 [m]	Z2 [m]	Ms1 [kN.m]	Ms2 [kN.m]	Mrd [kN.m]
4VHC	258	12,57	6,28	18,85	546,64	273,32	819,96	0,1754	1,57	1,47	858,14	401,74	1259,88
4VHD	259	12,57	6,28	18,85	546,64	273,32	819,96	0,1754	1,57	1,47	858,14	401,74	1259,88

# Anexo 3

Casos especiais

Valor das ações e flechas para a comparação entre as diferentes modelações dos pilares de seção variável

Caso	Nó	Caso Barras-Painéis				Caso Painéis-Painéis				Erro dos esforços relativo ao caso painéis-painéis			
		FZ	MX	MY		FZ	MX	MY		FZ	MX	MY	
Sobrec. 1,0 kN/m2	287	390,01	0,00	411,46		427,74	0,00	544,85		8,82	0,00	24,48	
	291	190,36	-7,85	289,16		261,47	-21,24	365,44		27,20	63,04	20,87	
	295	190,36	7,85	289,16		261,47	21,24	365,44		27,20	63,04	20,87	
Sobrec. 1,5 kN/m2	287	400,38	0,00	423,20		437,71	0,00	556,60		8,53	0,00	23,97	
	291	194,18	-8,15	296,79		265,48	-21,77	373,06		26,86	62,56	20,44	
	295	194,18	8,15	296,79		265,48	21,77	373,06		26,86	62,56	20,44	
Sobrec. 2,0 kN/m2	287	554,51	0,00	587,16		604,39	0,00	767,28		8,25	0,00	23,48	
	291	267,29	-11,40	410,98		363,82	-30,11	513,92		26,53	62,14	20,03	
	295	267,29	11,40	410,98		363,82	30,11	513,92		26,53	62,14	20,03	

Erro dos deslocamentos relativo ao caso painéis-painéis						
Caso	Caso Barras-Painéis			Caso Painéis-Painéis		
	Nó	Uz		Nó	Uz	Erro [%]
Sobrecarga 1,0 kN/m2	293	0,6987		48	1,1026	0,366
	375	0,7213		325	1,1093	0,350
	376	0,7352		326	1,2748	0,423
	377	0,8701		327	1,1028	0,211
Sobrecarga 1,5 kN/m2	293	0,7176		48	1,1262	0,363
	375	0,7410		325	1,1332	0,346
	376	0,7553		326	1,1332	0,333
	377	0,8939		327	1,1265	0,206
Sobrecarga 2,0 kN/m2	293	0,9944		48	1,5522	0,359
	375	1,0269		325	1,5620	0,343
	376	1,0467		326	1,5606	0,329
	377	1,0546		327	1,5527	0,321

C 25/30 S 500		16700 kPa 435000 kPa		C 25/30 S 500		fctm fyk		2600 kPa 500000 kPa		Sem armadura mínima										Com armadura mínima			
Seção	Painel	L [m]	b [m]	h [m]	d [m]	TRY [kN]	MRz+ [kN.m]	MRz- [kN.m]	Myy+ [kN.m]	Myy- [kN.m]	μz+ [-]	μz- [-]	ωz+ [-]	ωz- [-]	Asl,min [cm2]	Asl,max [cm2]	Asl+ [cm2]	Asl- [cm2]	Asl+ [cm2]	Asl- [cm2]			
VA-1	473	23,25	0,30	2,50	2,44	773,35	1066,26	1798,52	1066,26	1798,52	0,036	0,060	0,036	0,062	9,90	292,80	10,23	17,49	10,23	17,49			
VA-2	474	21,38	0,30	2,50	2,44	569,96	2892,34	589,31	2892,34	589,31	0,097	0,020	0,102	0,020	9,90	292,80	28,72	5,61	28,72	9,90			
VA-3	479	8,00	0,30	2,50	2,44	416,32	-	799,29	-	799,29	0,000	0,027	0,000	0,027	9,90	292,80	0,00	7,63	9,90	9,90			
VA-4	478	12,78	0,30	2,50	2,44	864,83	-	2961,40	-	2961,40	0,000	0,099	0,000	0,105	9,90	292,80	0,00	29,44	9,90	29,44			
VB-1	508	23,25	0,30	2,50	2,44	713,88	1038,10	1455,60	1038,10	1455,60	0,035	0,049	0,035	0,050	9,90	292,80	9,96	14,07	9,96	14,07			
VB-2	509	17,34	0,30	2,50	2,44	473,68	-	1502,40	-	1502,40	0,000	0,050	0,000	0,052	9,90	292,80	0,00	14,53	9,90	14,53			

Seção	Painel	L [m]	b [m]	h [m]	d [m]	TRY [kN]	MRz+ [kN.m]	MRz- [kN.m]	Myy+ [kN.m]	Myy- [kN.m]	μz+ [-]	μz- [-]	ωz+ [-]	ωz- [-]	Asl,min [cm2]	Asl,max [cm2]	Asl+ [cm2]	Asl- [cm2]	Asl+ [cm2]	Asl- [cm2]
VB1-1	1112	13,45	0,30	2,50	2,44	418,38	246,79	709,00	246,79	709,00	0,008	0,024	0,008	0,024	9,90	292,80	2,33	6,76	9,90	9,90
VB1-2	1113	6,00	0,30	2,50	2,44	315,73	-	878,41	-	878,41	0,000	0,029	0,000	0,030	9,90	292,80	0,00	8,40	9,90	9,90
VB2-1	1116	15,55	0,30	2,50	2,44	410,52	351,77	821,72	351,77	821,72	0,012	0,028	0,012	0,028	9,90	292,80	3,33	7,85	9,90	9,90
VB2-2	1115	6,00	0,30	2,50	2,44	374,16	-	1052,96	-	1052,96	0,000	0,035	0,000	0,036	9,90	292,80	0,00	10,10	9,90	10,10

Armadura Inferior			Armadura superior															
			Armadura - nível 1			Armadura - nível 2			Equilíbrio de forças			Equilíbrio de momentos						
Secção	diâmetro [mm]	nº de varões	Asl [cm2]	diâmetro [mm]	nº de varões	Asl,1 [cm2]	diâmetro [mm]	nº de varões	Asl,2 [cm2]	Fs1 [kN]	Fs2 [kN]	Fc [kN]	x [m]	Z1 [m]	Z2 [m]	Ms1 [kN.m]	Ms2 [kN.m]	Mrd [kN.m]
VA-1	20	4	12,57	20	3	9,42	20	3	9,42	409,98	409,98	819,96	0,2046	2,36	2,26	966,80	925,80	1892,60
VA-2	-	-	-	20	4	12,57	0	0	0,00	546,64	0,00	546,64	0,1364	2,39	2,29	1303,97	0,00	1303,97
VA-3	20	4	12,57	20	4	12,57	0	0	0,00	546,64	0,00	546,64	0,1364	2,39	2,29	1303,97	0,00	1303,97
VA-4	20	4	12,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VB-1	20	4	12,57	20	3	9,42	20	2	6,28	409,98	273,32	683,30	0,1705	2,37	2,27	972,39	620,93	1593,32
VB-2	20	4	12,57	20	3	9,42	20	2	6,28	409,98	273,32	683,30	0,1705	2,37	2,27	972,39	620,93	1593,32

Armadura Inferior				Armadura superior																
Seção	Armadura - nível 1			Armadura - nível 2								Equilíbrio de forças					Equilíbrio de momentos			
	diâmetro [mm]	nº de varões	Asl [cm2]	diâmetro [mm]	nº de varões	Asl,2 [cm2]	Fs1 [kN]	Fs2 [kN]	Fc [kN]	x [m]	Z1 [m]	Z2 [m]	Ms1 [kN.m]	Ms2 [kN.m]	Mrd [kN.m]					
VB1-1	20	4	12,57	20	4	12,57	0	0	0,00	546,64	0,00	546,64	0,1364	2,39	2,29	1303,97	0,00	1303,97		
VB1-2	20	4	12,57	20	4	12,57	0	0	0,00	546,64	0,00	546,64	0,1364	2,39	2,29	1303,97	0,00	1303,97		
VB2-1	20	4	12,57	20	4	12,57	0	0	0,00	546,64	0,00	546,64	0,1364	2,39	2,29	1303,97	0,00	1303,97		
VB2-2	20	4	12,57	20	4	12,57	0	0	0,00	546,64	0,00	546,64	0,1364	2,39	2,29	1303,97	0,00	1303,97		

Seção	Armadura - nível 1			Armadura - nível 2			Armadura - nível 3			Equilíbrio de forças				Equilíbrio de momentos					
	diâmetro [mm]	nº de varões	Asl,1 [cm2]	diâmetro [mm]	nº de varões	Asl,2 [cm2]	Fs1 [kN]	Fs2 [kN]	Fs3 [kN]	Fc [kN]	x [m]	Z1 [m]	Z2 [m]	Z3 [m]	Ms1 [kN.m]	Ms2 [kN.m]	Ms3 [kN.m]	Mrd [kN.m]	
VA-2	20	4	12,57	20	3	9,42	20	546,64	409,98	409,98	1366,59	0,3410	2,30	2,20	2,10	1259,24	903,43	862,43	3025,11
VA-4	20	4	12,57	20	3	9,42	20	546,64	409,98	409,98	1366,59	0,3410	2,30	2,20	2,10	1259,24	903,43	862,43	3025,11

Armadura superior - apoio		As,apoio [cm2]	nº de varões	Asl,1 [cm2]
Seção	L [m]	0,2*L		
VA-1	23,25	4,65	9,90	12,57
VA-2	21,38	4,30	9,90	12,57
VB-1	23,25	4,65	9,90	12,57
VB1-1	13,45	2,70	9,90	12,57
VB2-1	15,55	3,15	9,90	12,57

Cálculo da armadura transversal das vigas-painel

C 25/30 S 500	$f_{cd}$	16700 kPa
	$f_{yd}$	435000 kPa

Seção	Painel	L [m]	b [m]	h [m]	d [m]	Ved [kN]	$\theta$ [-]	Vrd,max [kN]	Asw/s [cm <sup>2</sup> /m]
VA-1	473	23,25	0,30	2,50	2,44	773,35	2,50	2048,64	84,35
VA-2	474	21,38	0,30	2,50	2,44	569,96	2,50	2048,64	62,17
VA-3	479	8,00	0,30	2,50	2,44	416,32	2,50	2048,64	45,41
VA-4	478	12,78	0,30	2,50	2,44	864,83	2,50	2048,64	94,33
VB-1	508	23,25	0,30	2,50	2,44	713,88	2,50	2048,64	77,86
VB-2	509	17,34	0,30	2,50	2,44	473,68	2,50	2048,64	51,66

Armadura transversal											
diametro [mm]	nº de varões	Sl [cm]	Asw/s [cm <sup>2</sup> /m]								
20	3	10	94,25								
20	2	10	62,83								
20	2	10	62,83								
20	3	10	94,25								
20	3	10	94,25								
20	2	10	62,83								

Seção	Painel	L [m]	b [m]	h [m]	d [m]	TRy [kN]	$\theta$ [-]	Vrd,max [kN]	Asw/s [cm <sup>2</sup> /m]
VB1-1	1112	13,45	0,30	2,50	2,44	418,38	2,50	2048,64	45,63
VB1-2	1113	6,00	0,30	2,50	2,44	315,73	2,50	2048,64	34,44
VB2-1	1116	15,55	0,30	2,50	2,44	410,52	2,50	2048,64	44,78
VB2-2	1115	6,00	0,30	2,50	2,44	374,16	2,50	2048,64	40,81

Armadura transversal											
diametro [mm]	nº de varões	Sl [cm]	Asw/s [cm <sup>2</sup> /m]								
20	2	10	62,83								
20	2	10	62,83								
20	2	10	62,83								
20	2	10	62,83								



Valores dos cortes dos painéis do ROBOT

VA-1 (473)							
Corte	Lx [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mxx [kN.m]	Myy [kN.m]	Mzz [kN.m]
A1	0,00	51,79	198,76	2,70	-20,01	-33,10	273,77
A2	5,00	51,97	88,24	3,06	-12,70	-17,83	919,78
A3	9,17	52,07	18,66	2,95	-12,50	-5,17	1066,26
A4	13,00	51,59	115,07	3,01	-12,62	6,49	803,19
A5	17,63	51,99	232,11	3,11	-12,76	20,56	0,49
A6	21,37	135,45	581,59	17,98	-26,93	-11,61	-1055,19
A7	23,25	706,52	773,35	21,86	-21,83	-11,57	-1798,52

VA-3 (479)							
Corte	Lx [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mxx [kN.m]	Myy [kN.m]	Mzz [kN.m]
A1	0,00	114,81	385,42	94,37	-61,39	-74,58	-280,09
A2	1,50	0,51	383,50	65,52	-108,46	38,60	-571,00
A3	2,69	79,95	34,70	17,24	-25,12	84,25	-799,29
A4	5,00	81,28	416,32	20,88	54,90	-14,24	-283,78
A5	6,00	254,12	321,87	6,60	45,75	-37,20	-30,09
A6	7,00	128,44	78,22	24,43	49,58	7,57	-66,25
A7	8,00	256,20	246,76	1,04	45,62	3,97	-26,64

VB-1 (508)							
Corte	Lx [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mxx [kN.m]	Myy [kN.m]	Mzz [kN.m]
A1	0,00	68,91	340,52	29,49	53,87	-51,93	143,35
A2	5,00	479,91	181,81	3,49	49,70	8,80	870,31
A3	9,10	628,64	7,04	0,03	26,09	7,20	1038,10
A4	13,00	479,50	182,73	0,47	7,80	6,67	845,72
A5	18,29	130,43	425,35	3,10	-22,50	12,45	0,19
A6	21,00	586,87	548,50	9,61	-36,92	7,80	-761,10
A7	23,25	1019,12	713,88	19,29	-37,33	-15,11	-1455,60

VB1-1 (1112)							
Corte	Lx [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mxx [kN.m]	Myy [kN.m]	Mzz [kN.m]
A1	0,00	60,25	124,41	34,21	32,74	51,74	65,81
A2	3,85	142,83	25,70	5,03	35,48	-12,43	246,79
A3	5,00	154,97	26,73	2,99	26,92	15,82	229,39
A4	8,77	21,47	211,05	0,89	7,40	19,33	0,04
A5	11,00	154,71	271,46	3,35	-19,48	18,62	-131,87
A6	13,45	567,80	418,38	22,72	-51,96	10,11	-709,00

VB2-1 (1116)							
Corte	Lx [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mxx [kN.m]	Myy [kN.m]	Mzz [kN.m]
A1	0,00	65,65	163,87	35,98	-34,46	-54,13	78,17
A2	4,85	232,68	24,25	3,42	-32,13	14,72	351,77
A3	7,00	226,71	77,7	0,93	15,02	16,16	298,94
A4	11,08	117,19	275,7	2,45	17,16	14,63	0,27
A5	15,55	695,59	410,52	21,05	54,95	-9,48	-821,72

VA-2 (474)							
Corte	Lx [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mxx [kN.m]	Myy [kN.m]	Mzz [kN.m]
A1	0,00	116,85	468,58	43,95	-64,14	-47,00	83,14
A2	6,00	50,73	249,33	1,94	-19,37	-0,12	2377,16
A3	10,18	48,47	3,89	0,60	-6,48	0,23	2892,34
A4	15,00	48,09	287,09	2,83	-0,56	0,27	2164,34
A5	19,98	221,23	569,96	22,09	24,19	2,65	0,50
A6	21,38	208,56	517,39	48,81	30,90	54,76	-589,31

VA-4 (478)							
Corte	Lx [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mxx [kN.m]	Myy [kN.m]	Mzz [kN.m]
A1	0,00	2,05	209,82	52,21	111,84	-31,11	-90,83
A2	1,00	2,87	239,01	52,08	121,65	18,10	-204,71
A3	2,69	17,52	481,23	11,81	57,16	79,14	-736,08
A4	4,00	133,57	864,83	15,26	-19,00	-3,07	-1596,41
A5	6,00	121,74	533,83	14,10	-50,04	-1,28	-2961,40
A6	7,00	715,12	534,28	28,56	-51,07	1,27	-2427,57
A7	8,00	365,53	509,05	7,82	-33,97	46,60	-2296,73
A8	10,00	155,07	619,84	12,28	-24,65	29,01	-1415,09
A9	12,78	127,69	491,72	14,74	-27,11	7,37	-84,08

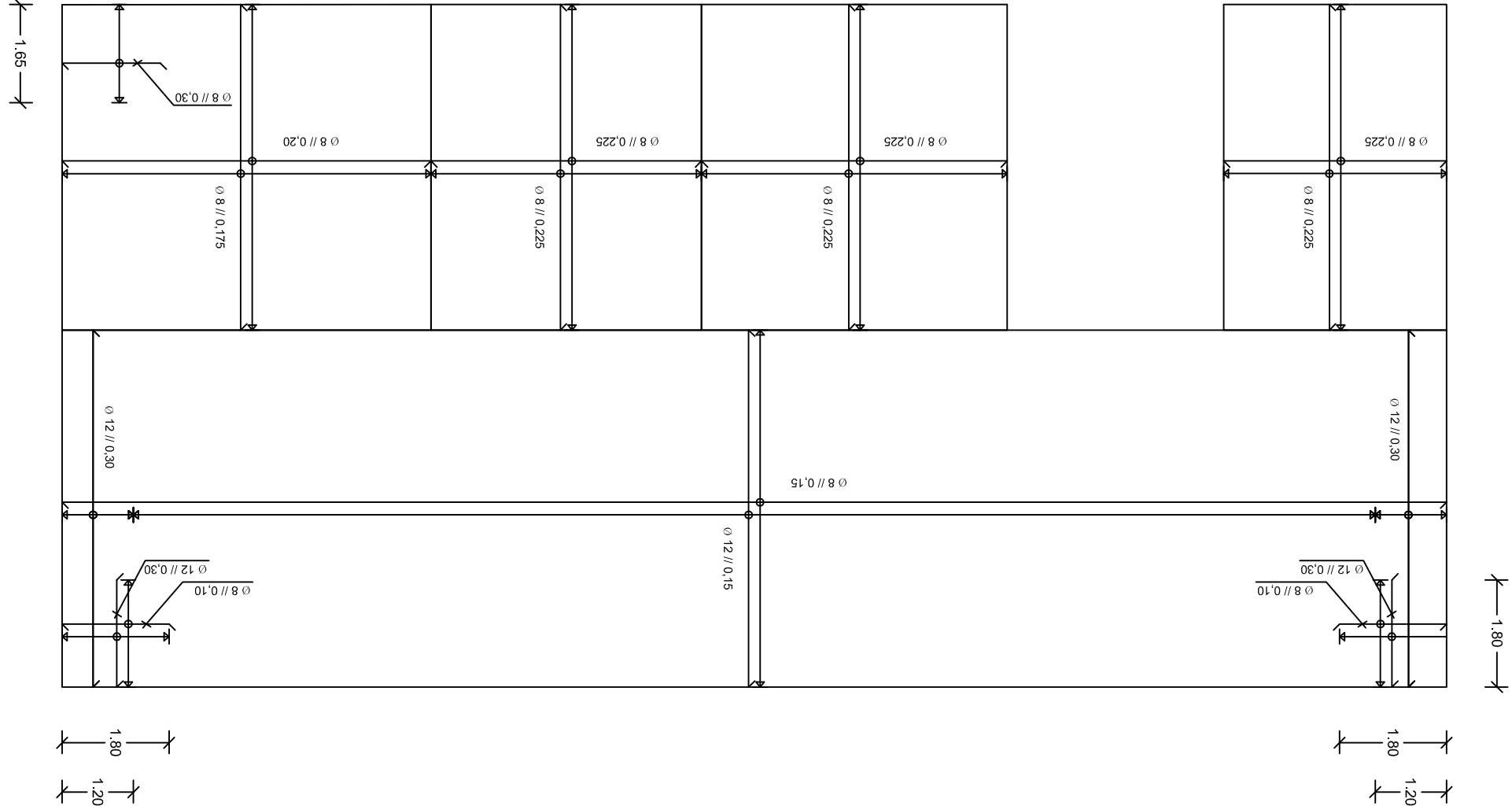
VB-2 (509)							
Corte	Lx [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mxx [kN.m]	Myy [kN.m]	Mzz [kN.m]
A1	0,00	95,37	107,27				-36,82
A2	3,00	231,12	473,68	1,35	-0,39	-17,60	-860,46
A3	6,00	90,84	334,53	23,43	-2,78	-15,78	-1969,36
A4	8,00	379,26	422,61	15,28	-24,51	6,55	-1502,40
A5	9,50	188,98	377,97	2,28	-12,72	-4,19	-1057,80
A6	11,47	136,05	250,51	1,72	-6,53	6,36	-421,31
A7	15,00	142,87	36,39	0,41	9,34	-2,26	67,82
A8	17,34	5,46	306,57				103,29

VB1-2 (1113)							
Corte	Lx [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mxx [kN.m]	Myy [kN.m]	Mzz [kN.m]
A1	0,00	38,70	176,04	38,16	-7,91	-7,42	-51,17
A2	2,00	69,83	205,62	12,44	-15,81	-144,57	-8,58
A3	4,60	241,21	315,73	10,47	0,61	-578,54	8,96
A4	6,00	336,29	256,45	18,11	2,61	-878,41	-8,77

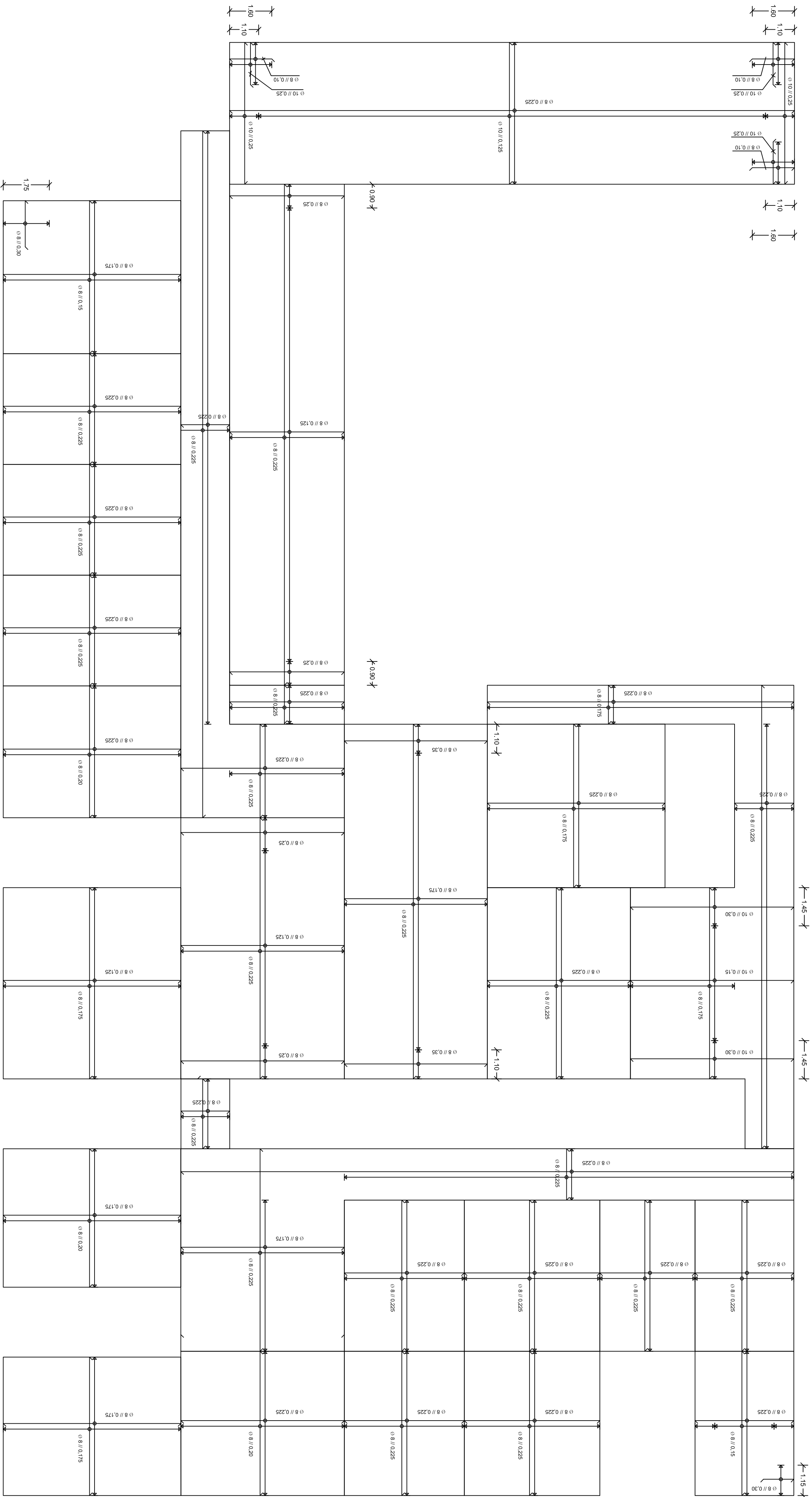
VB2-2 (1115)							
Corte	Lx [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mxx [kN.m]	Myy [kN.m]	Mzz [kN.m]
A1	0,00	30,78	221,35	40,94	7,34	-52,06	-21,14
A2	2,00	88,63	251,78	10,25	16,61	9,07	-202,67
A3	4,60	292,97	374,16	11,19	-2,40	10,35	-716,43
A4	6,00	415,97	220,02	14,04	-7,91	-3,98	-1052,96

# Anexo 4

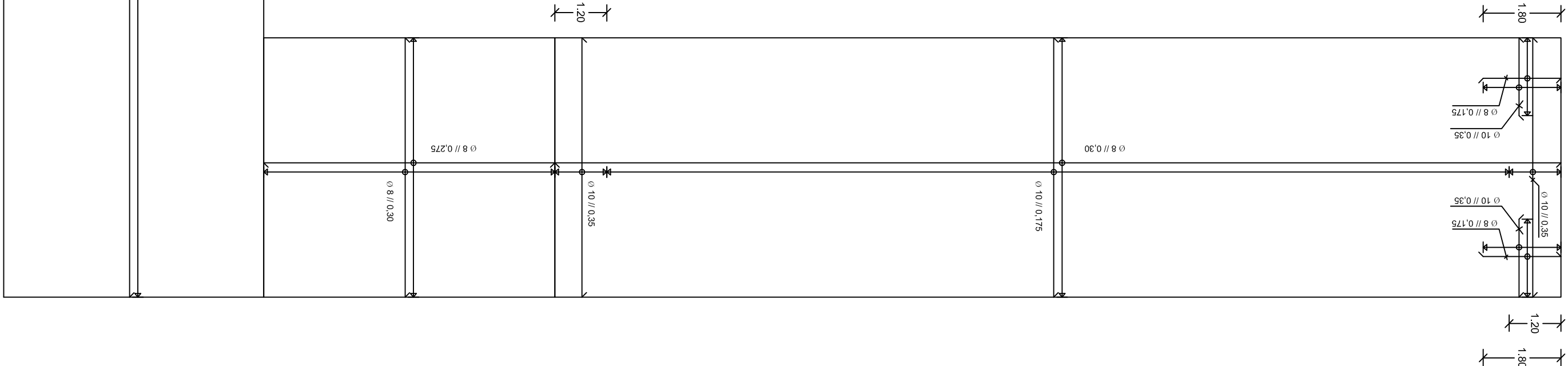
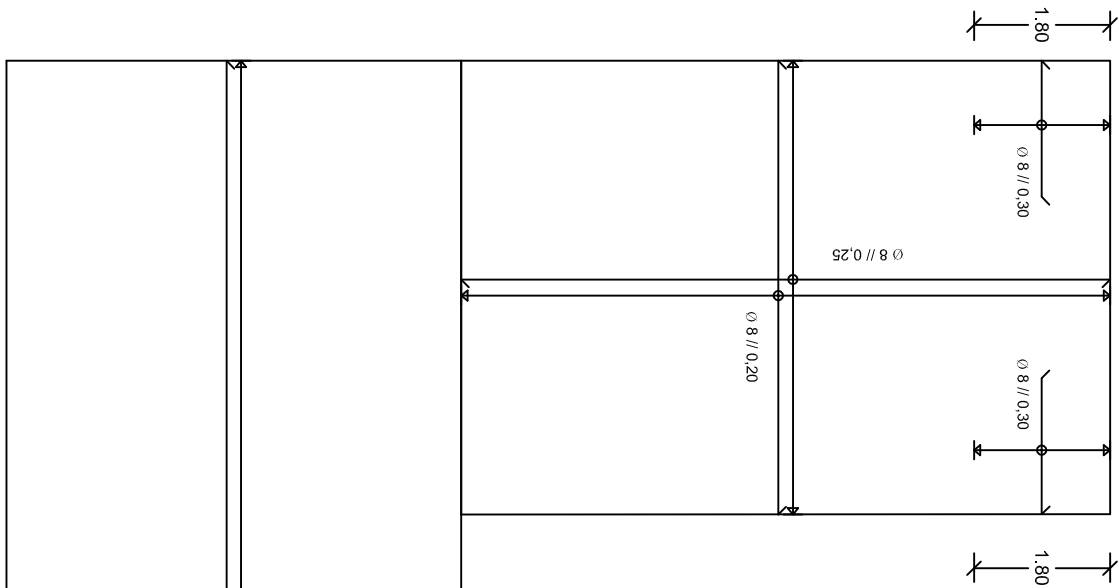
Desenhos



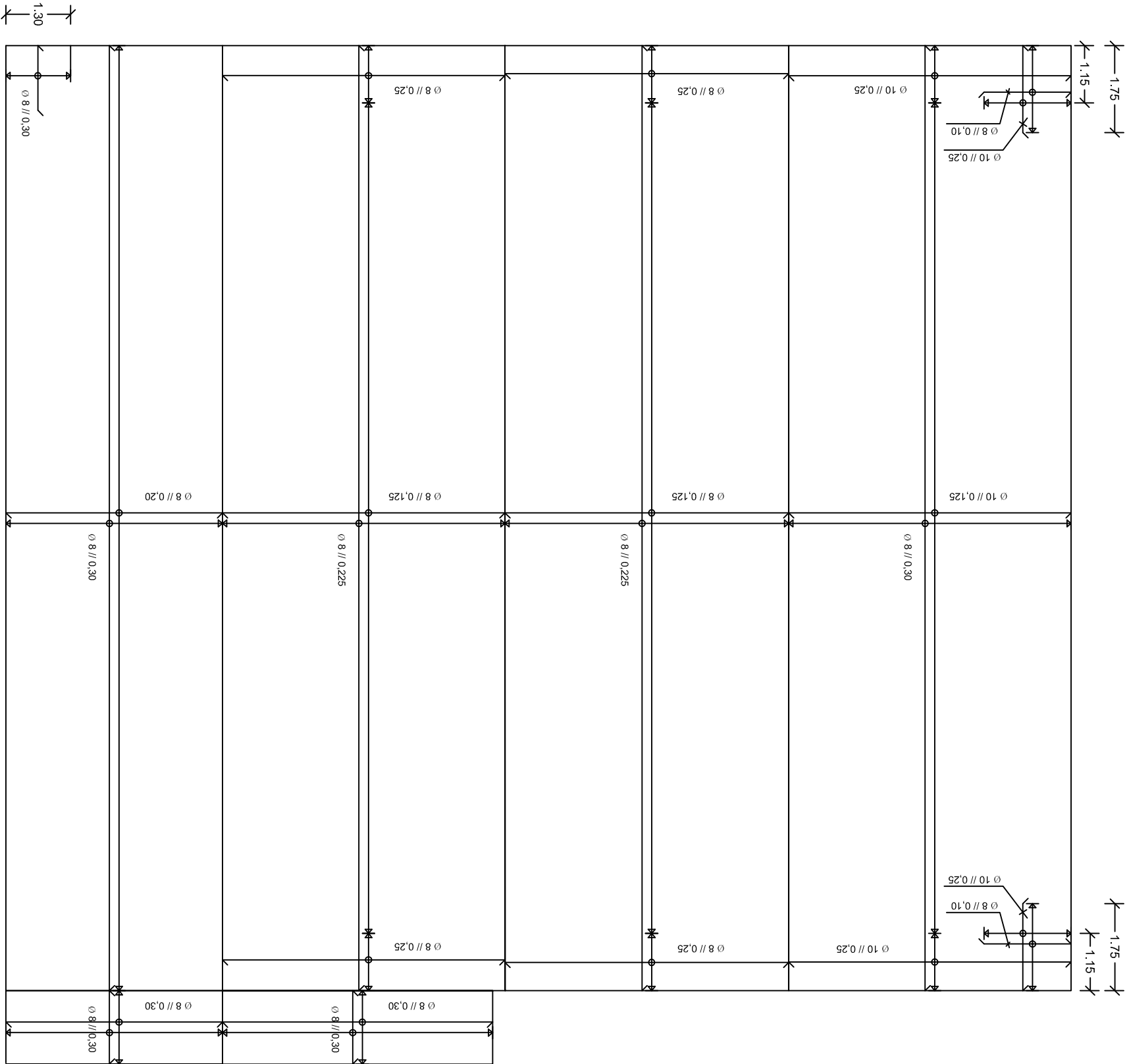
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL			
Autor: Fábio Mendonça		Rev: TSD	
Escala: 1/100		PROJECTO ESTRUTURAL DE UM EDIFÍCIO PÚBLICO EM CAMAMAMA - ANGOLA	
Data: 05/10/2013			
Desenho n.º 003			
Versão: Final		Armaduras inferiores das lajes do bloco 1	



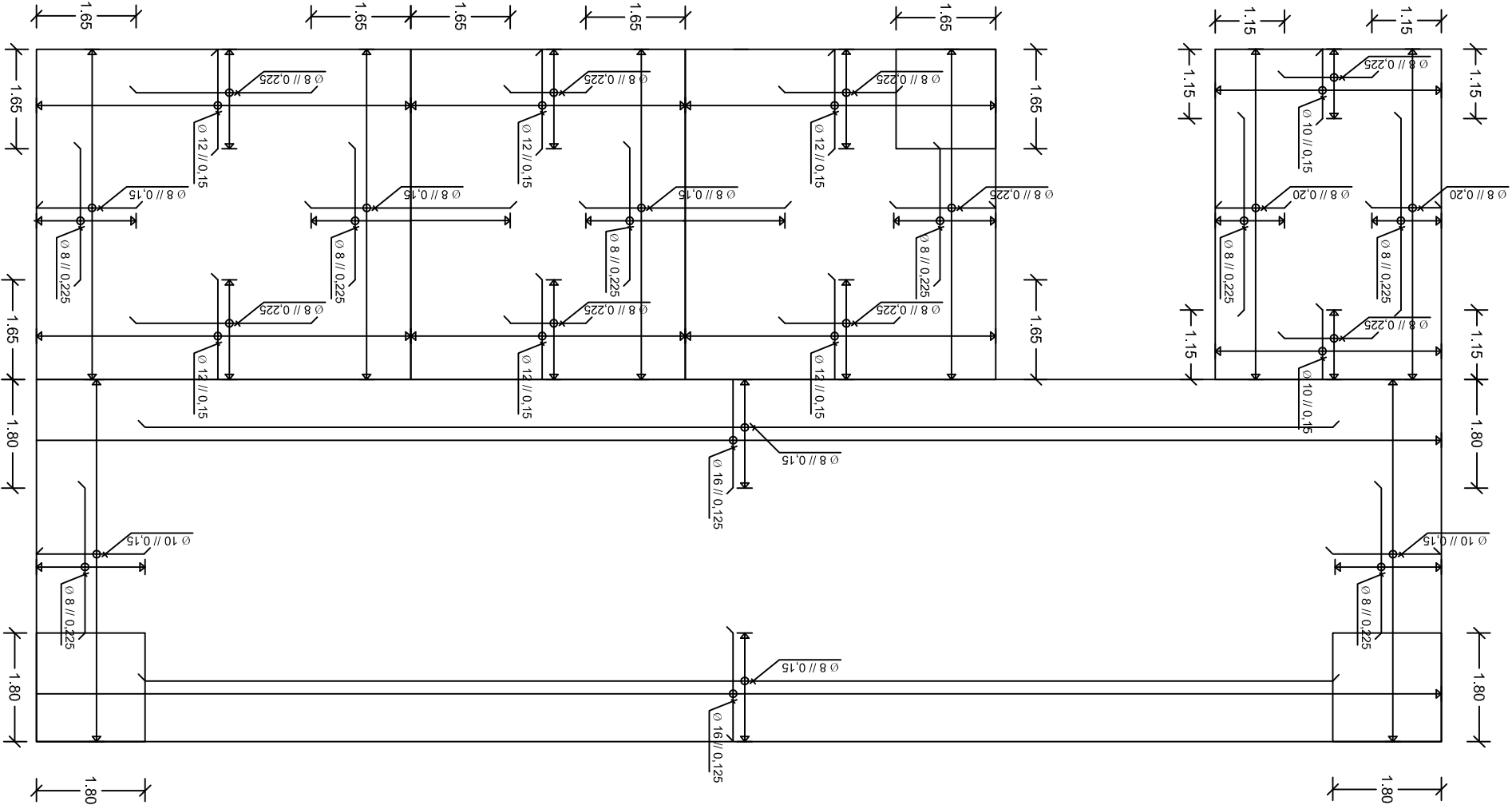
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL			
Autor:	Rev:	PROJECTO ESTRUTURAL DE UM EDIFÍCIO PÚBLICO EM CAMAMAMA - ANGOLA	
Fábio Mendonça	TSD		
Escala: 1/100			
Data: 06/10/2013		Armaduras inferiores das lajes do bloco 1	
Desenho nº 003	Folha nº 002		
Versão: Final			



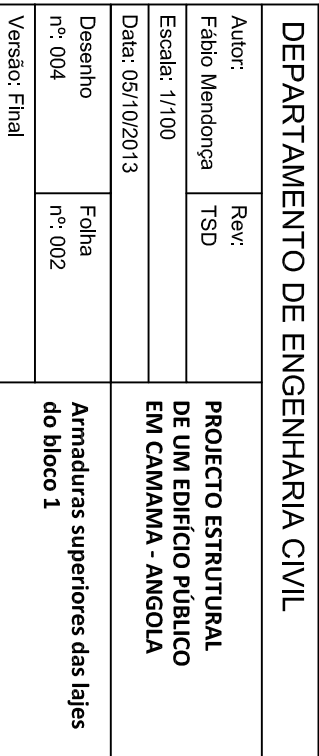
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL			
Autor:	Rev:	PROJECTO ESTRUTURAL DE UM EDIFICIO PUBLICO EM CAMAMAMA - ANGOLA	
Fábio Mendonça	TSD		
Escala: 1/100			
Data: 06/10/2013			
Desenho	Folha	Armaduras interiores das lajes do bloco 1	
nº: 003	nº: 003		
Versão: Final			



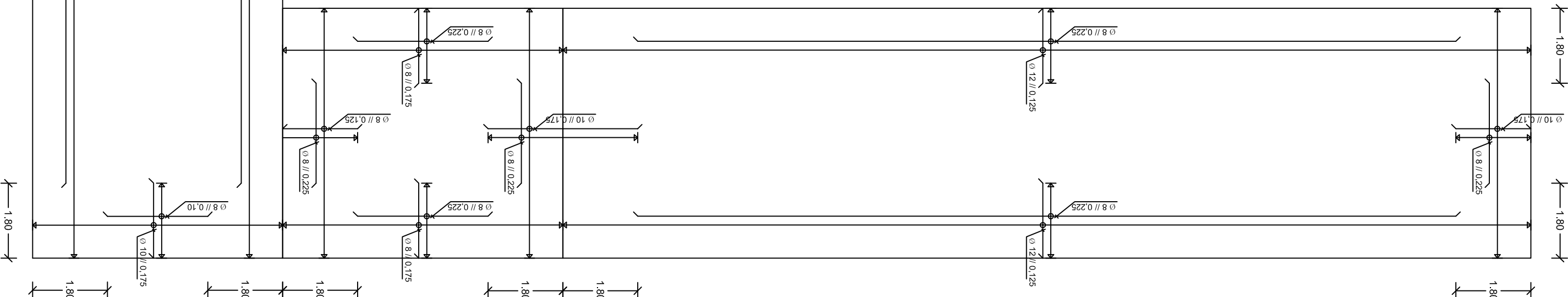
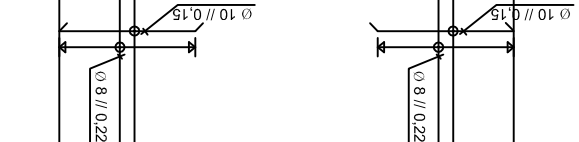
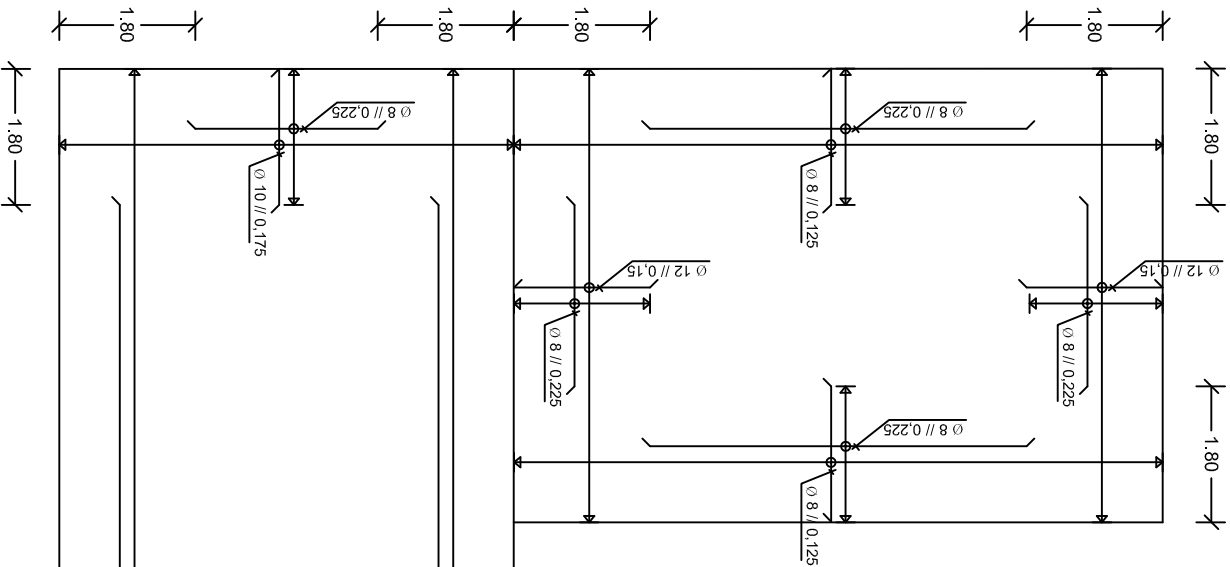
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL			
Autor: Fábio Mendonça		Rev: TSD	
Escala: 1/100		PROJECTO ESTRUTURAL DE UM EDIFÍCIO PÚBLICO EM CAMAMAMA - ANGOLA	
Data: 05/10/2013			
Desenho n.º 003			
Versão: Final		Armaduras inferiores das lajes do bloco 1	



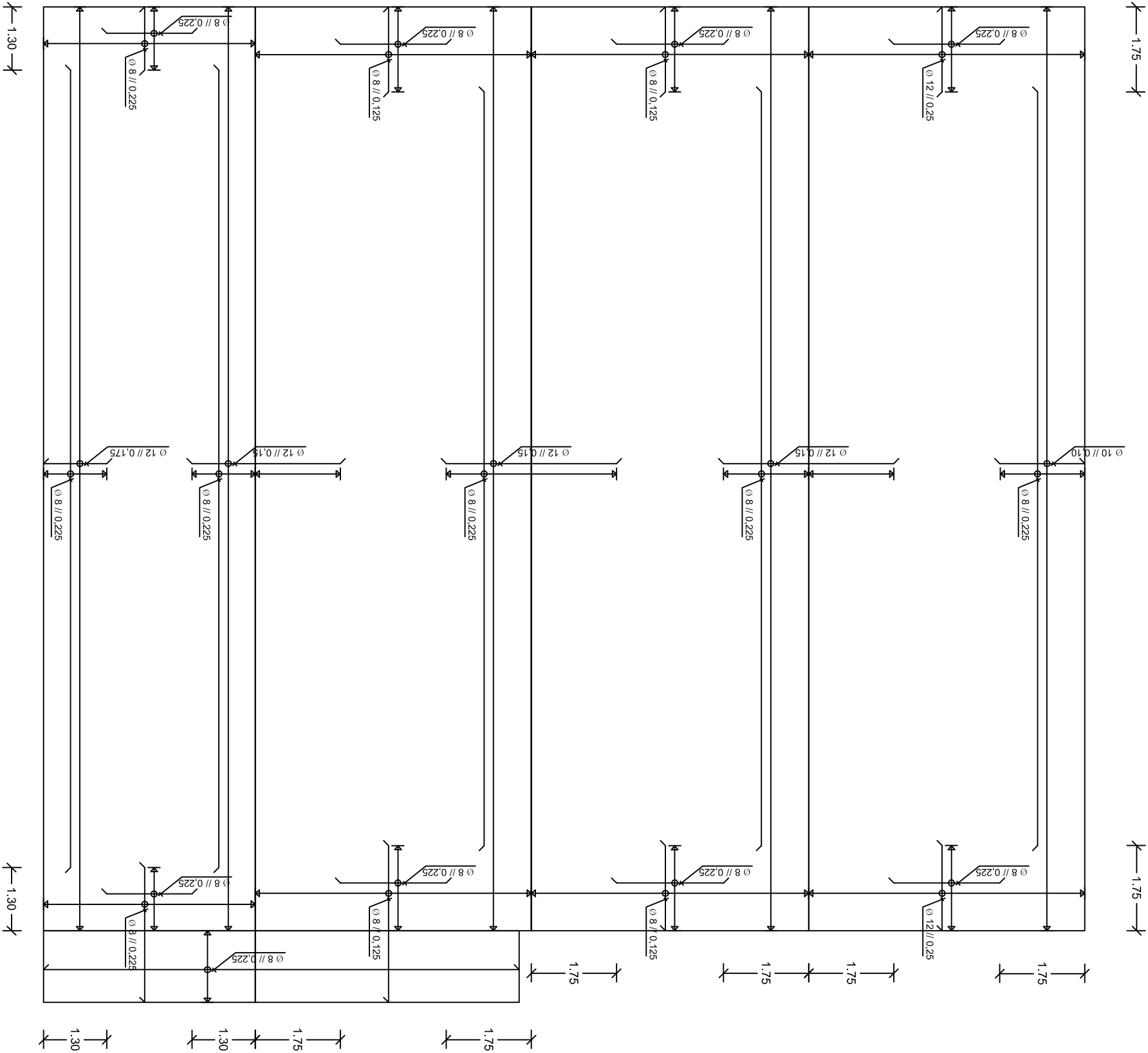
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL			
Autor: Fábio Mendonça		Rev: TSD	
Escala: 1/100		PROJECTO ESTRUTURAL DE UM EDIFÍCIO PÚBLICO EM CAMAMAMA - ANGOLA	
Data: 05/10/2013			
Desenho n.º 004	Folha n.º 001		
Versão: Final		Armaduras superiores das lajes do bloco 1	



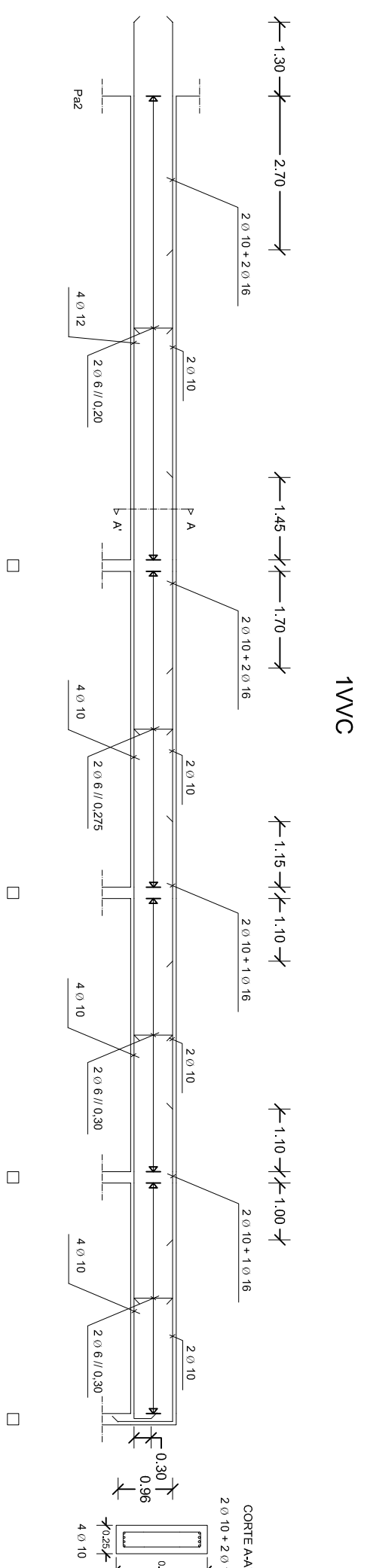
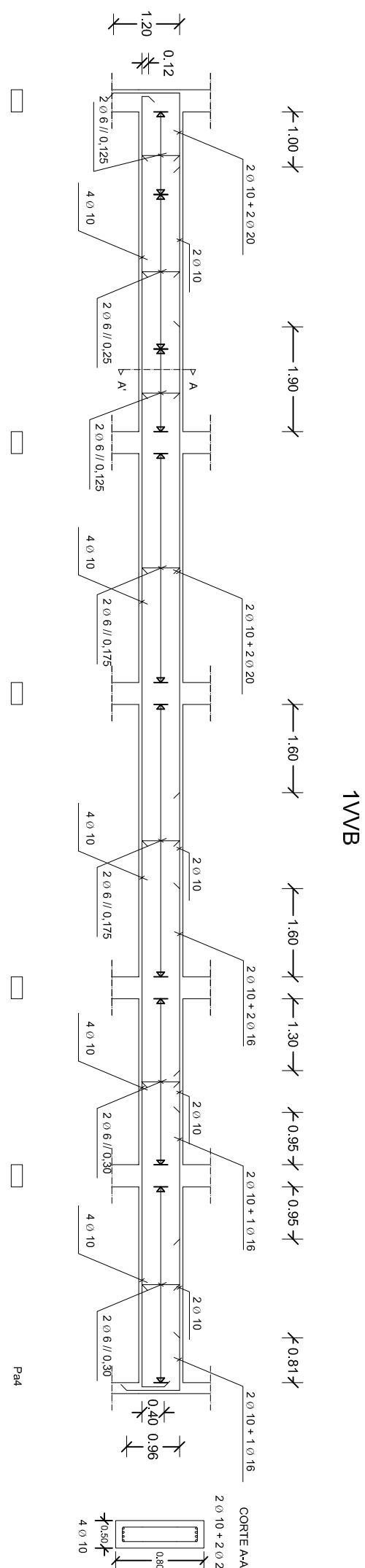
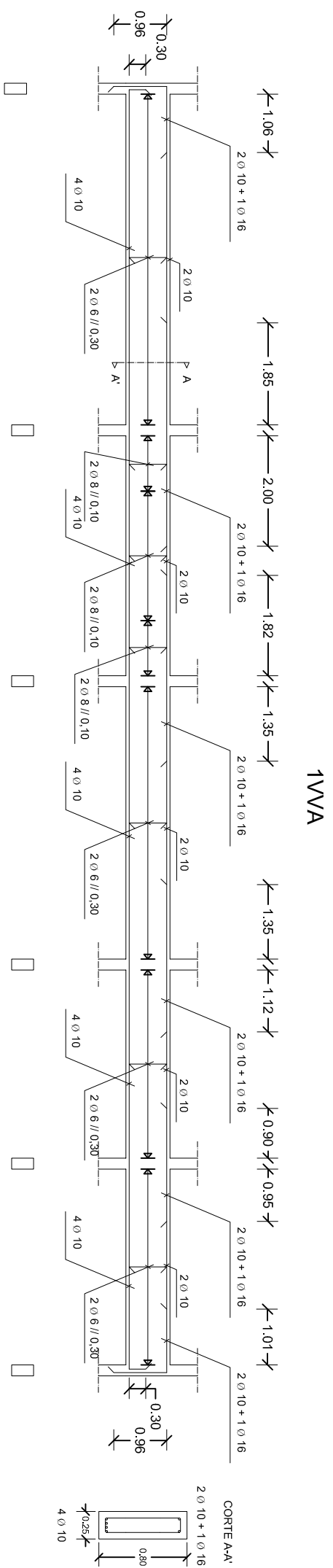
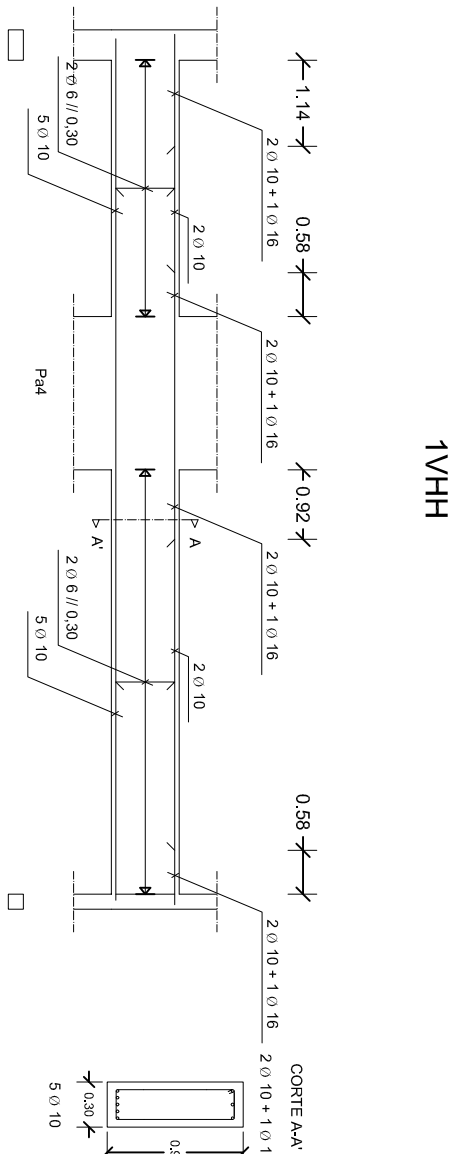
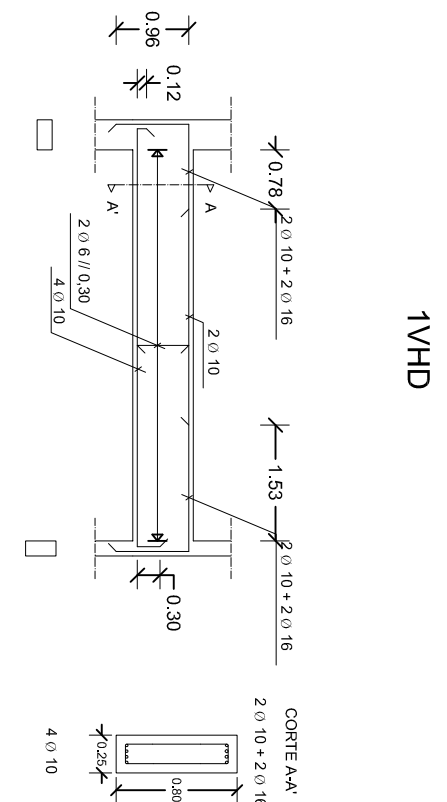
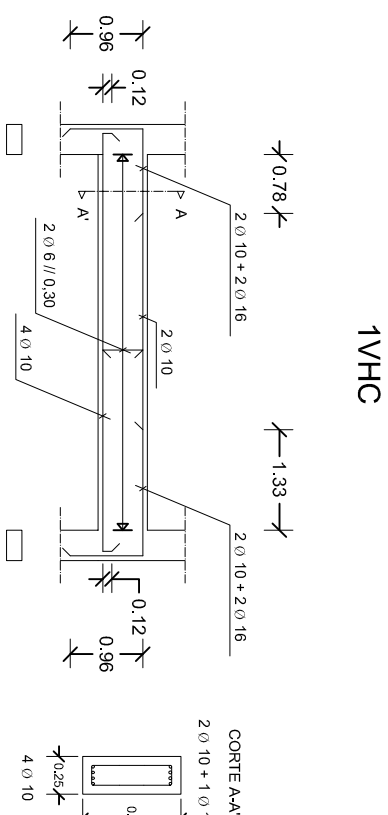
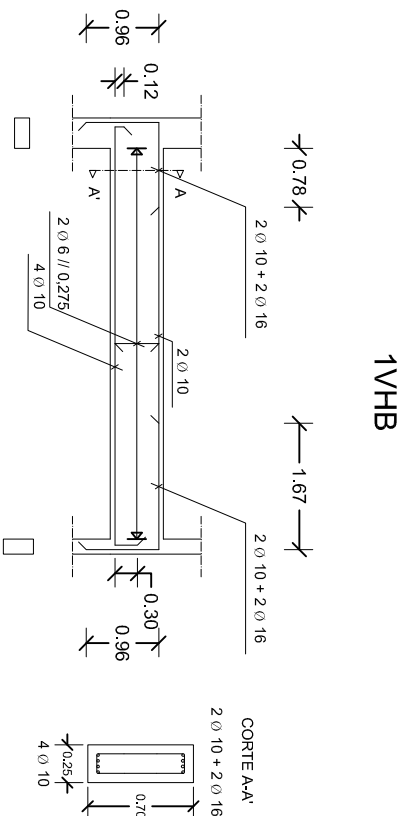
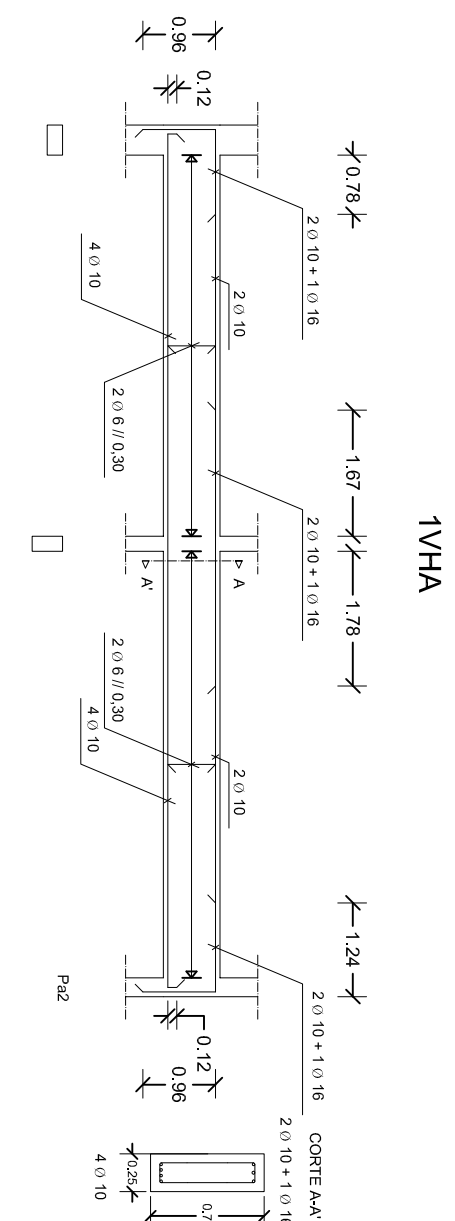




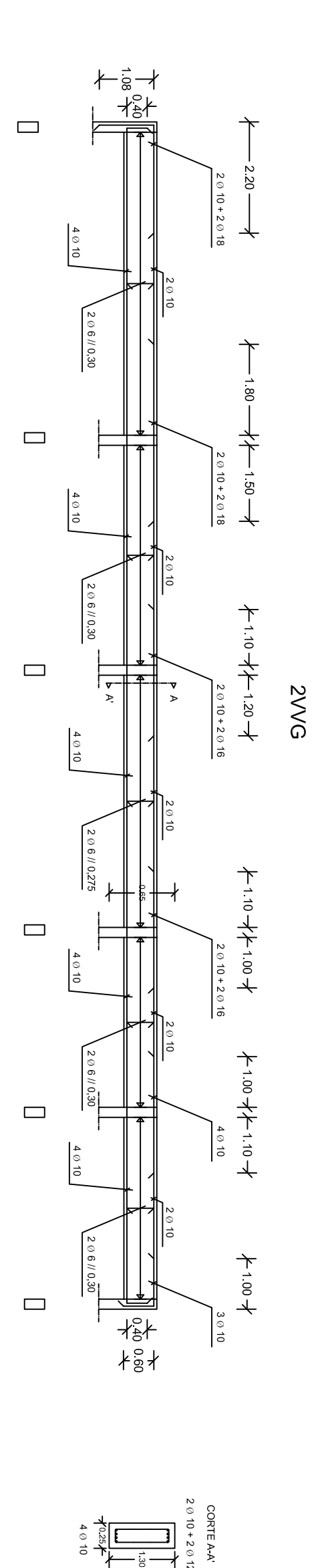
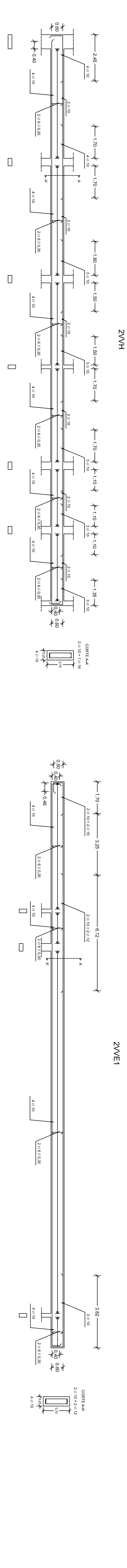
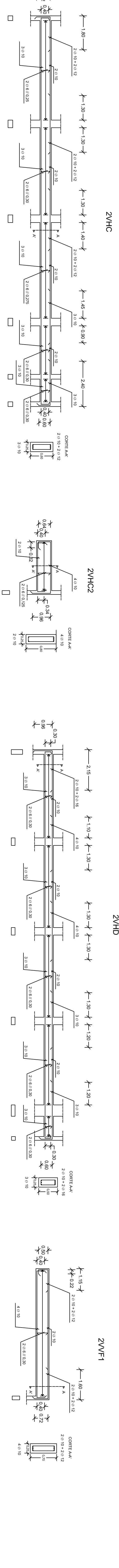
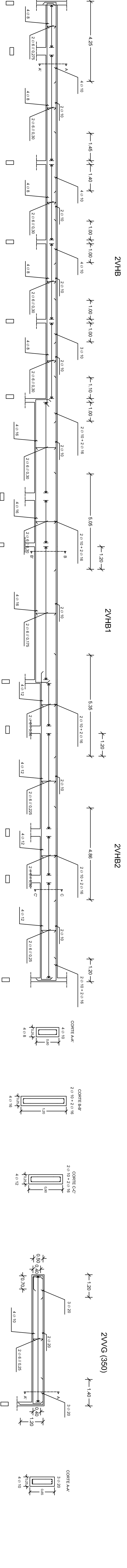
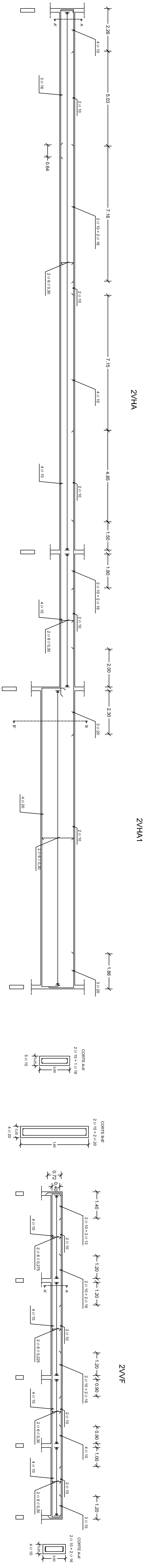
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL			
Autor:		Rev:	PROJECTO ESTRUTURAL DE UM EDIFÍCIO PÚBLICO EM CAMAMUA - ANGOLA
Fábio Mendonça		TSD	
Escala: 1/100			
Data: 06/10/2013			
Desenho nº: 004		Folha nº: 003	
Versão: Final		Armaduras superiores das lajes do bloco 1	



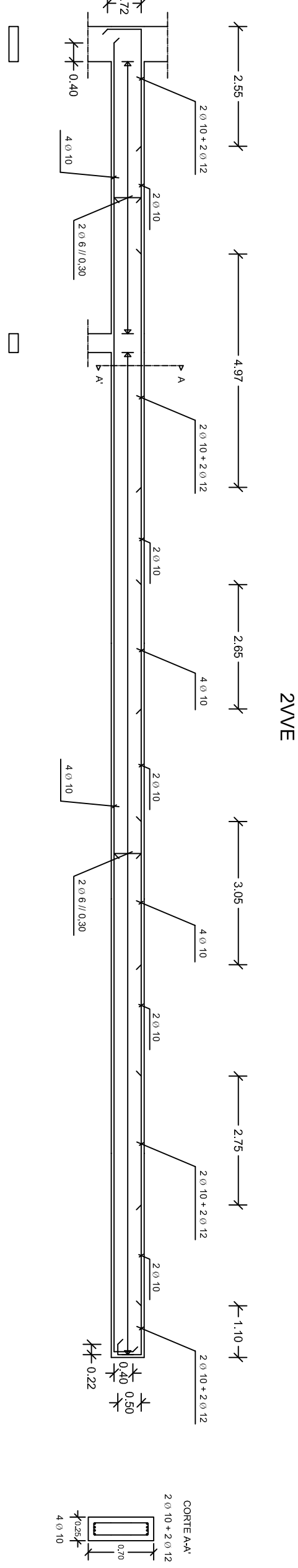
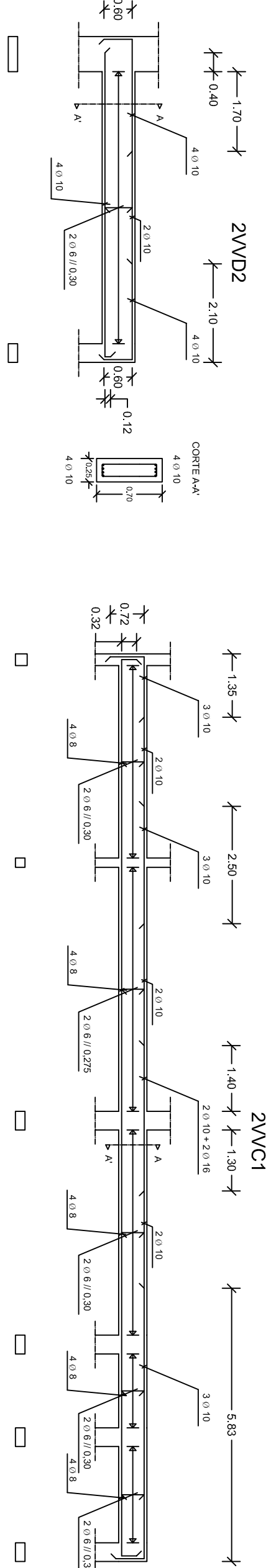
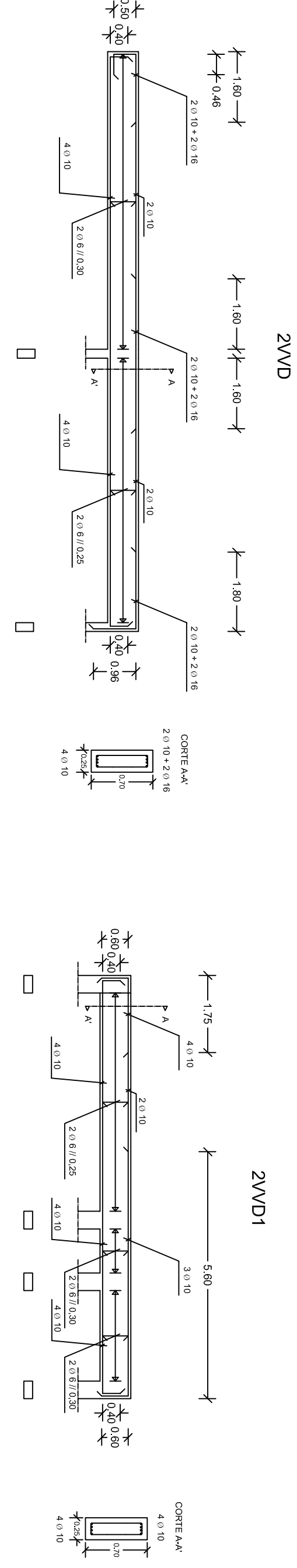
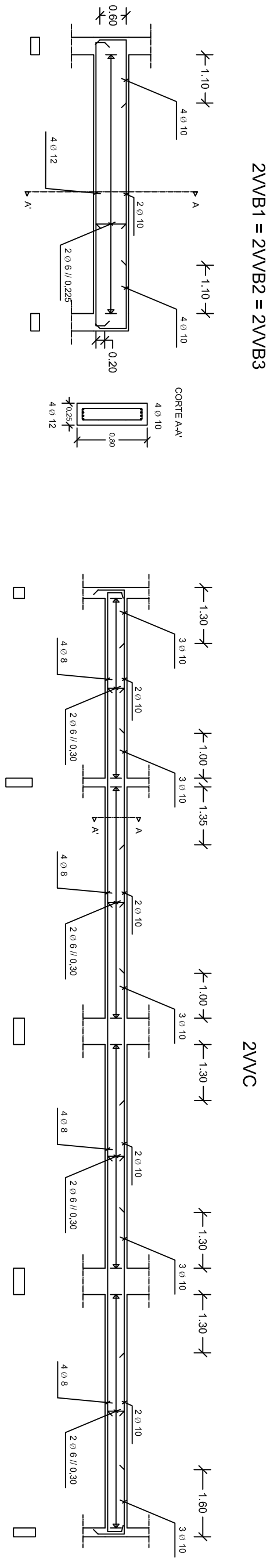
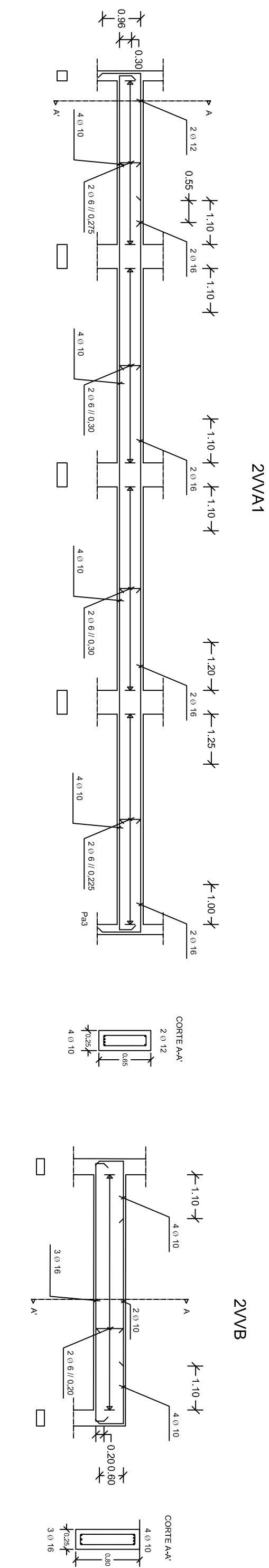
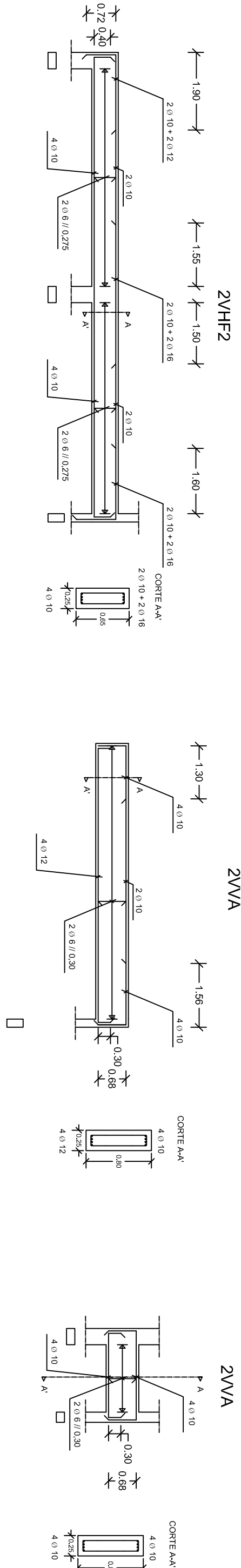
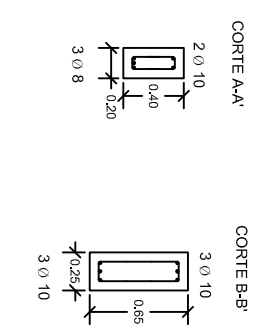
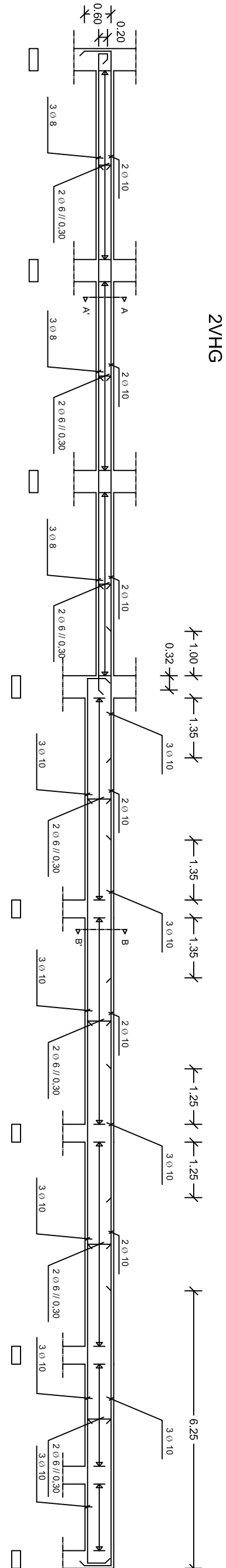
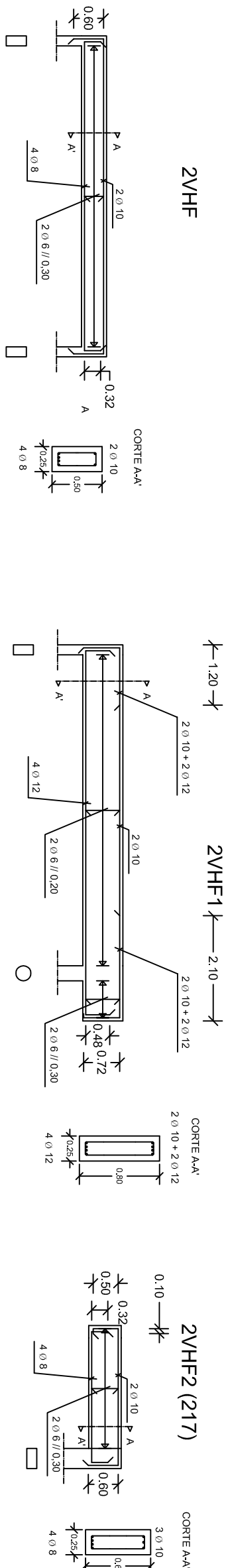
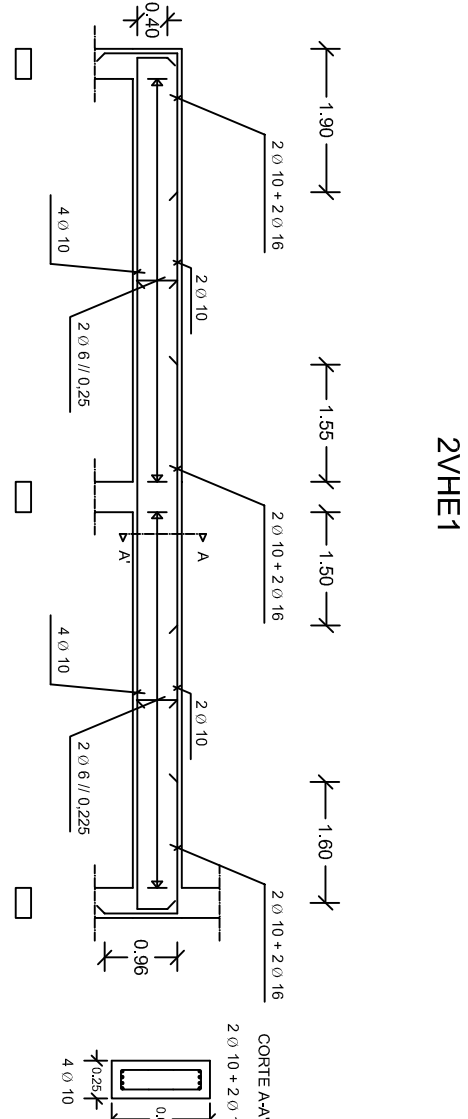
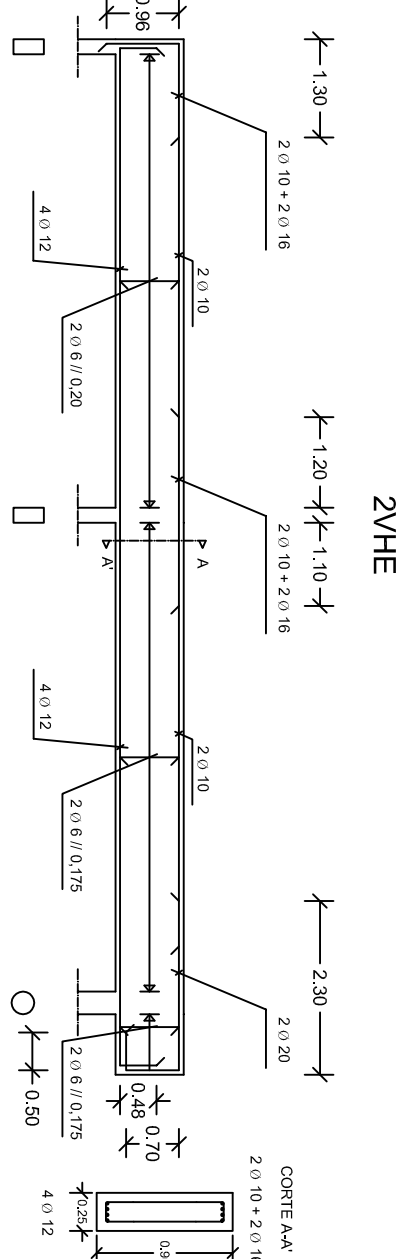
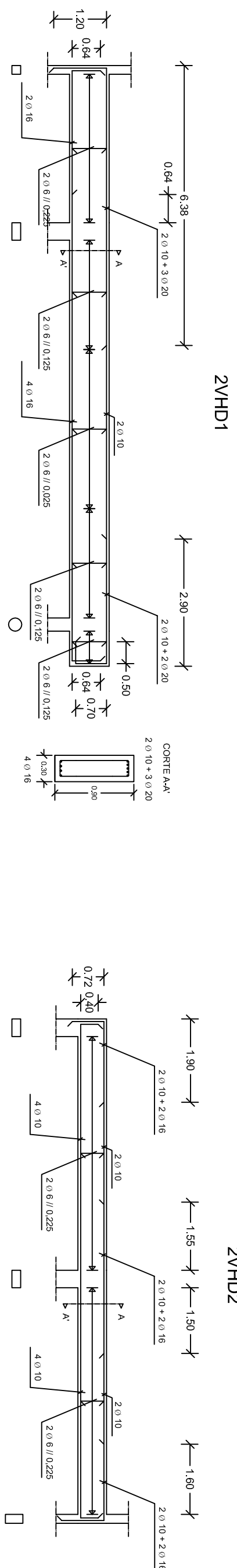
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		
Autor: Fábio Mendonça	Rev: TSD	PROJECTO ESTRUTURAL DE UM EDIFÍCIO PÚBLICO EM CAMAMAMA - ANGOLA
Escala: 1/100		
Data: 05/10/2013		
Desenho n.º 004	Folha n.º 004	
Versão: Final		
Armaduras superiores das lajes do bloco 1		



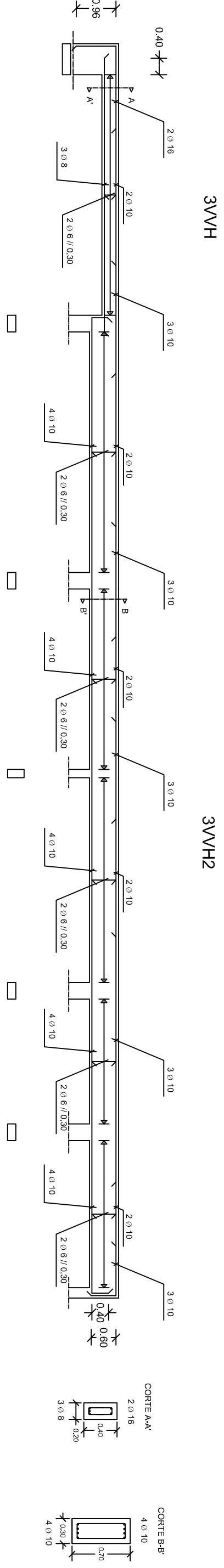
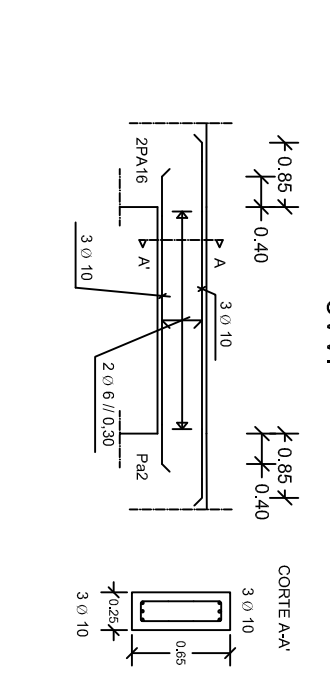
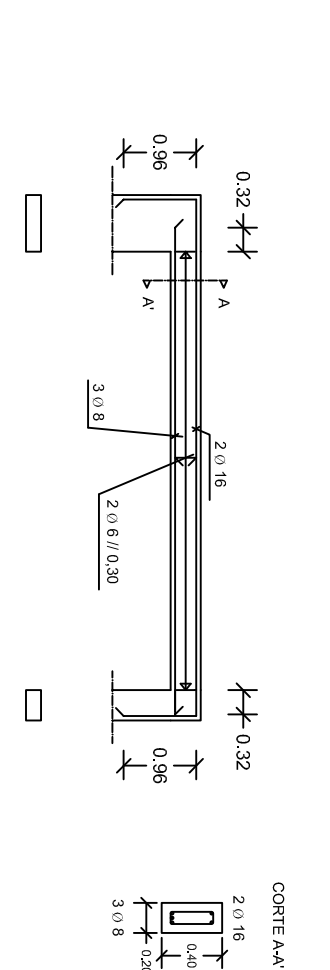
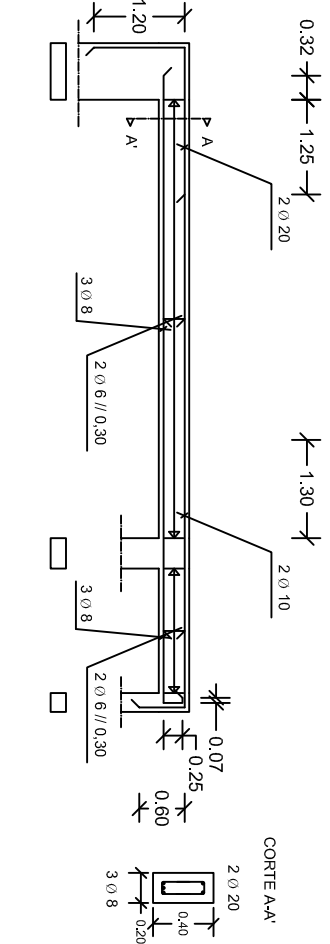
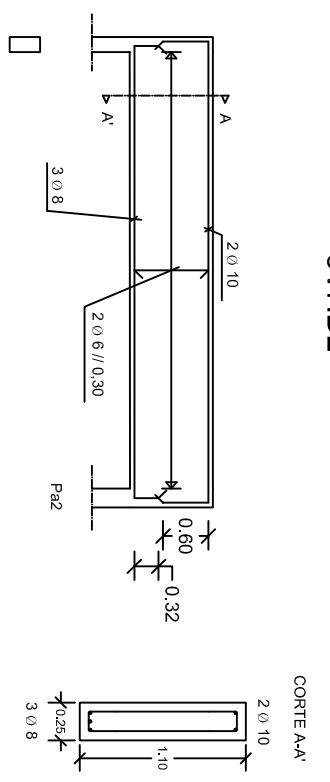
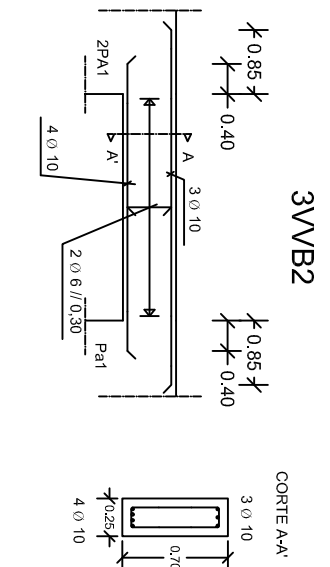
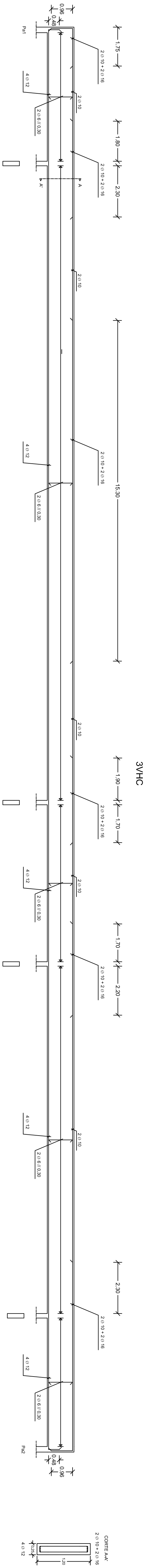
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL			
Autor:	Rev:		
Fabio Mendonça	TSD		
Escala: 1/100 e 1/50			
Data: 06/10/2013			
Desenho nº 005	Folha nº 001		
Versão: Final		Armaduras das vigas do primeiro piso do bloco 1	



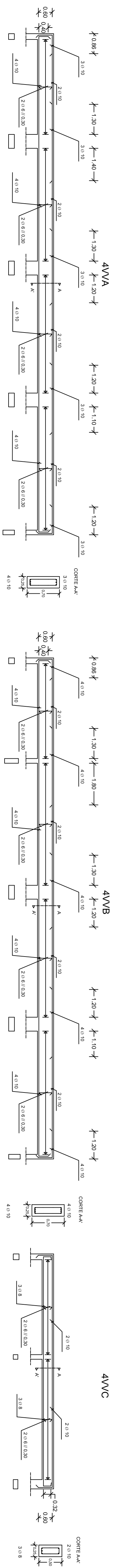
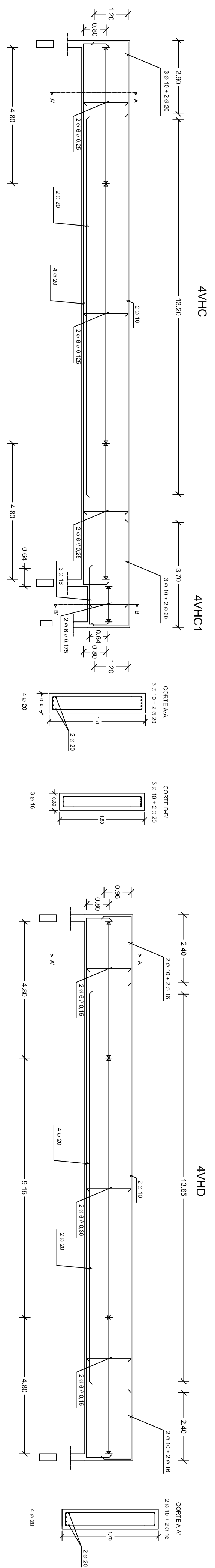
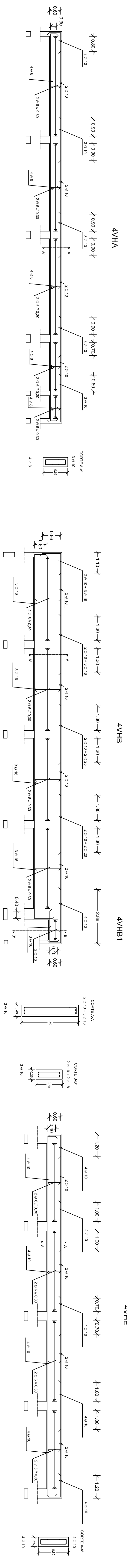
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL			
Autor:		Rev:	PROJECTO ESTRUTURAL DE UM EDIFÍCIO PÚBLICO EM CAMAMBA - ANGOLA
Fabio Mendonça		TSD	
Escala: 1/100			
Data: 05/10/2013			
Desenho nº 006	Folha nº 001		Armaduras das vigas do segundo piso do bloco 1
Versão: Final			



DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  Autor: Fátima Mendonça Escala: 1/100 Data: 05/10/2013	Rev: TSD	PROJECTO ESTRUTURAL DE UM EDIFÍCIO PÚBLICO EM CAMARÁ - ANGOLA  Desenho nº: 006 Folha nº: 002	Armaduras das vigas do segundo piso do bloco 1





























DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL	
Autor:	Rev:
Fabio Mendonça	TSD
Escala: 1/100	
Data: 06/10/2013	
Desenho nº 007	Folha nº 001
Versão: Final	Armaduras das vigas da primeira cobertura do bloco 1



DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL	
Autor:	Rev:
Fabio Mendonça	TSD
Escala: 1/100	
Data: 06/10/2013	
Desenho nº: 008	Folha nº: 001
Versão: Final	
PROJECTO ESTRUTURAL DE UM EDIFÍCIO PÚBLICO EM CAMAMBA - ANGOLA	
Armaduras das vigas da segunda cobertura do bloco 1	

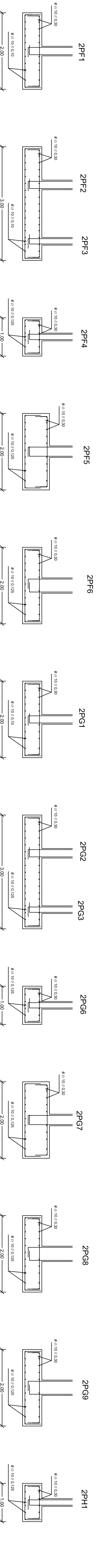
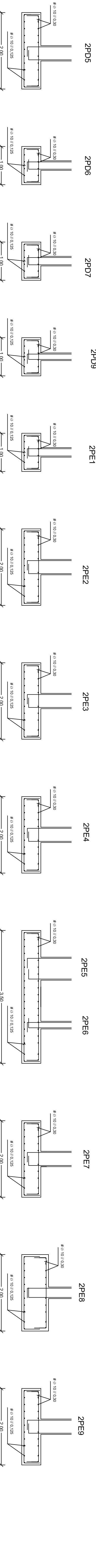
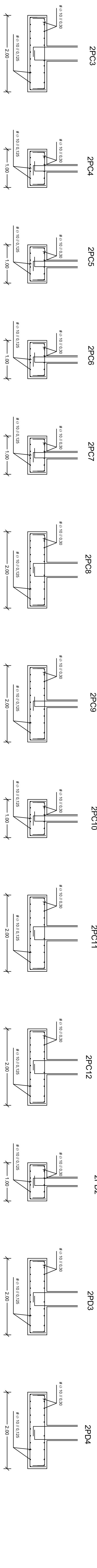
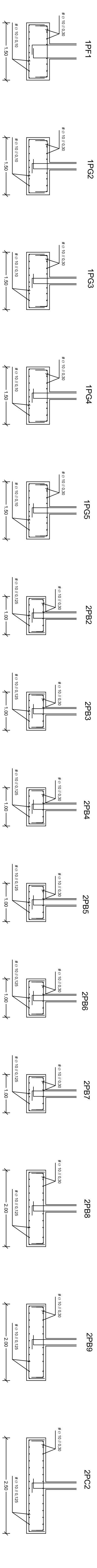
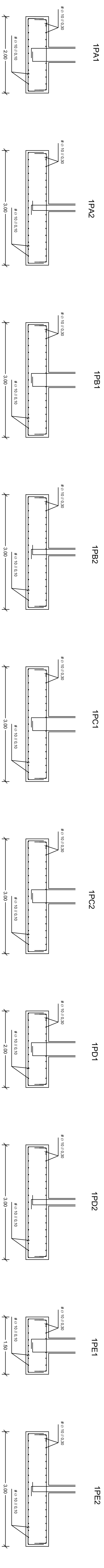




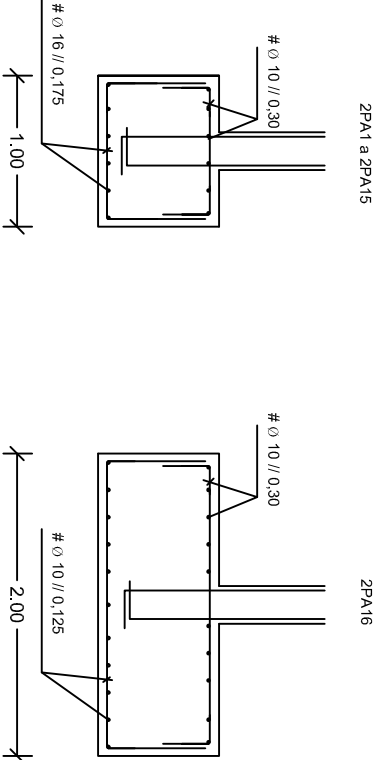
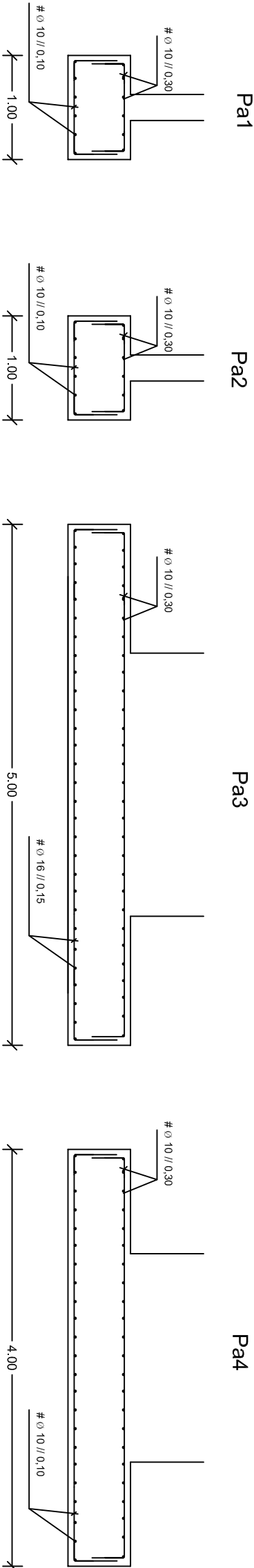
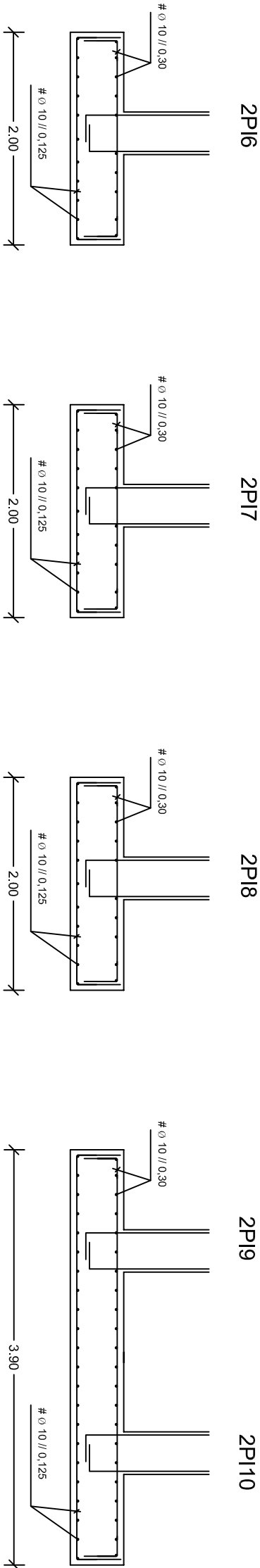
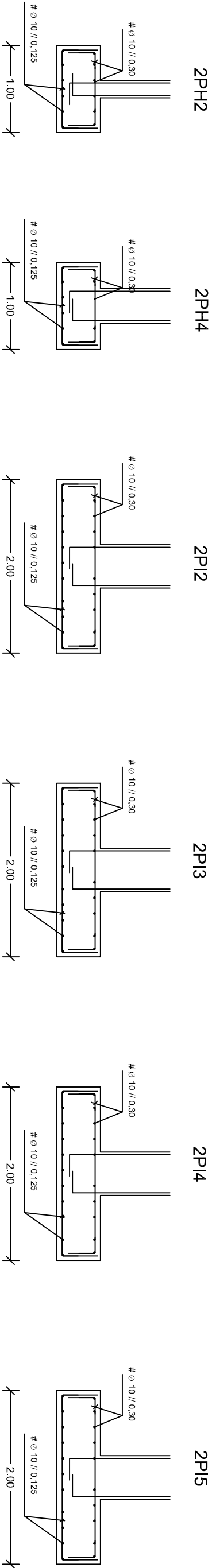
2PE7		Estribos		2PE8		Estribos		2PE9		Estribos							
		Zonas de união Ø 6 // 0,09				Zonas de união Ø 6 // 0,09				Zonas de união Ø 6 // 0,09							
		Restantes zonas Ø 6 // 0,15				Restantes zonas Ø 6 // 0,15				Restantes zonas Ø 6 // 0,15							
4 Ø 10		Restantes zonas Ø 6 // 0,15		4 Ø 10		Restantes zonas Ø 6 // 0,15		4 Ø 10		Restantes zonas Ø 6 // 0,15							
2PF6		Estribos		2PG1		Estribos		2PG2		Estribos							
		Zonas de união Ø 6 // 0,09				Zonas de união Ø 6 // 0,09				Zonas de união Ø 6 // 0,09							
		Restantes zonas Ø 6 // 0,15				Restantes zonas Ø 6 // 0,15				Restantes zonas Ø 6 // 0,15							
4 Ø 10		Restantes zonas Ø 6 // 0,15		4 Ø 10		Restantes zonas Ø 6 // 0,15		4 Ø 10		Restantes zonas Ø 6 // 0,15							
2PG8		Estribos		2PG9		Estribos		2PH1		Estribos							
		Zonas de união Ø 6 // 0,09				Zonas de união Ø 6 // 0,09				Zonas de união Ø 6 // 0,09							
		Restantes zonas Ø 6 // 0,15				Restantes zonas Ø 6 // 0,15				Restantes zonas Ø 6 // 0,15							
4 Ø 10		Restantes zonas Ø 6 // 0,15		4 Ø 10		Restantes zonas Ø 6 // 0,15		4 Ø 10		Restantes zonas Ø 6 // 0,15							
2PI5		Estribos		2PI6		Estribos		2PI7		Estribos							
		Zonas de união Ø 6 // 0,09				Zonas de união Ø 6 // 0,09				Zonas de união Ø 6 // 0,09							
		Restantes zonas Ø 6 // 0,15				Restantes zonas Ø 6 // 0,15				Restantes zonas Ø 6 // 0,15							
4 Ø 10		Restantes zonas Ø 6 // 0,15		4 Ø 10		Restantes zonas Ø 6 // 0,15		4 Ø 10		Restantes zonas Ø 6 // 0,15							
2PF1		Estribos		2PG3		Estribos		2PG4		Estribos							
		Zonas de união Ø 6 // 0,09				Zonas de união Ø 6 // 0,09				Zonas de união Ø 6 // 0,09							
		Restantes zonas Ø 6 // 0,15				Restantes zonas Ø 6 // 0,15				Restantes zonas Ø 6 // 0,15							
4 Ø 10		Restantes zonas Ø 6 // 0,15		4 Ø 10		Restantes zonas Ø 6 // 0,15		4 Ø 10		Restantes zonas Ø 6 // 0,15							
2PF2		Estribos		2PH2		Estribos		2PH4		Estribos							
		Zonas de união Ø 6 // 0,09				Zonas de união Ø 6 // 0,09				Zonas de união Ø 6 // 0,09							
		Restantes zonas Ø 6 // 0,15				Restantes zonas Ø 6 // 0,15				Restantes zonas Ø 6 // 0,15							
4 Ø 10		Restantes zonas Ø 6 // 0,15		4 Ø 10		Restantes zonas Ø 6 // 0,15		4 Ø 10		Restantes zonas Ø 6 // 0,15							
2PF3		Estribos		2PG5		Estribos		2PG6		Estribos							
		Zonas de união Ø 6 // 0,09				Zonas de união Ø 6 // 0,09				Zonas de união Ø 6 // 0,09							
		Restantes zonas Ø 6 // 0,15				Restantes zonas Ø 6 // 0,15				Restantes zonas Ø 6 // 0,15							
4 Ø 10		Restantes zonas Ø 6 // 0,15		4 Ø 10		Restantes zonas Ø 6 // 0,15		4 Ø 10		Restantes zonas Ø 6 // 0,15							
2PF4		Estribos		2PI2		Estribos		2PI3		Estribos							
		Zonas de união Ø 6 // 0,12				Zonas de união Ø 6 // 0,09				Zonas de união Ø 6 // 0,09							
		Restantes zonas Ø 6 // 0,20				Restantes zonas Ø 6 // 0,15				Restantes zonas Ø 6 // 0,15							
4 Ø 10		Restantes zonas Ø 6 // 0,20		4 Ø 16		Restantes zonas Ø 6 // 0,15		4 Ø 10		Restantes zonas Ø 6 // 0,15							
2PF5		Estribos		2PG7		Estribos		2PI4		Estribos							
		Zonas de união Ø 6 // 0,09				Zonas de união Ø 6 // 0,09				Zonas de união Ø 6 // 0,09							
		Restantes zonas Ø 6 // 0,15				Restantes zonas Ø 6 // 0,15				Restantes zonas Ø 6 // 0,15							
4 Ø 10		Restantes zonas Ø 6 // 0,15		4 Ø 10		Restantes zonas Ø 6 // 0,15		4 Ø 10		Restantes zonas Ø 6 // 0,15							

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL			
Autor:	Rev:	PROJECTO ESTRUTURAL	
Fábio Mendonça	TSD	DE UM EDIFÍCIO PÚBLICO	
Escala: 1/50		EM CAMAMBA - ANGOLA	
Data: 06/10/2013		Folha	Secções dos pilares do bloco 1
Desenho		n.º 002	
n.º 009		Versão: Final	

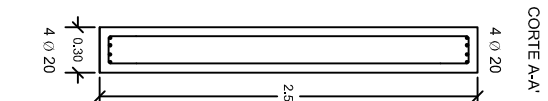
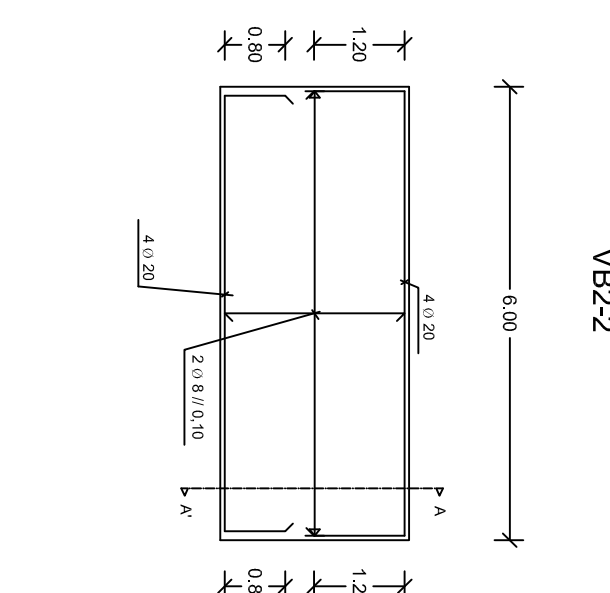
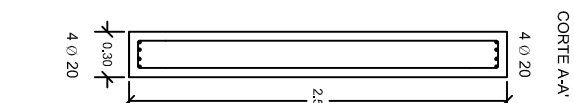
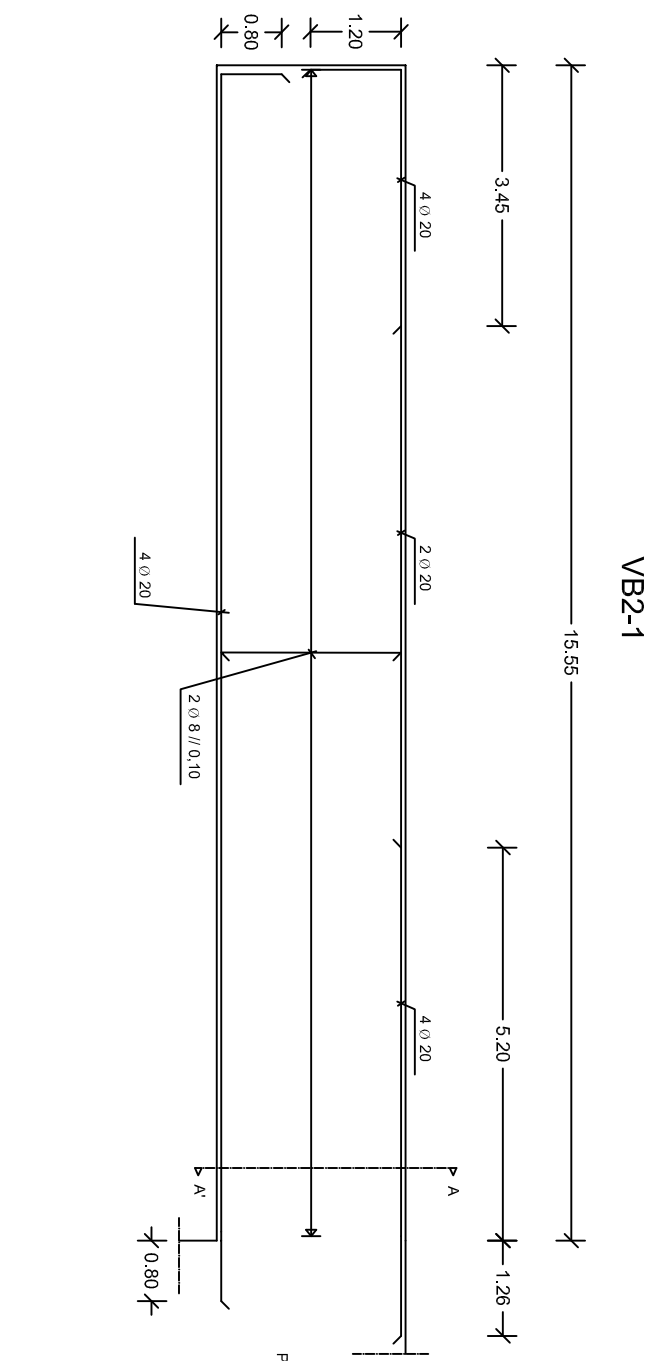
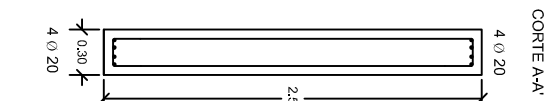
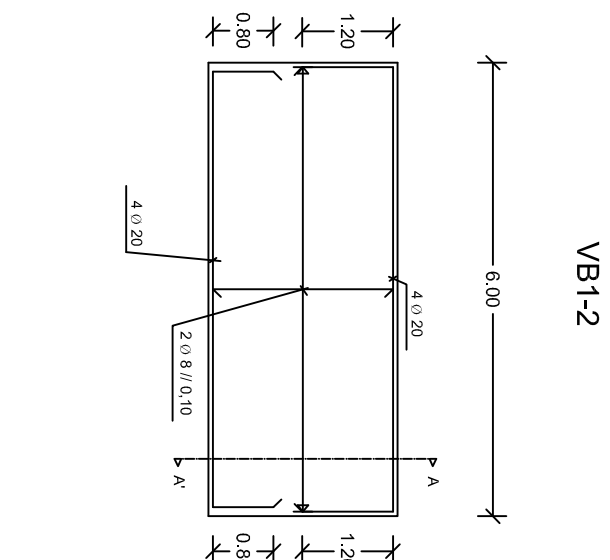
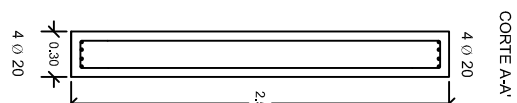
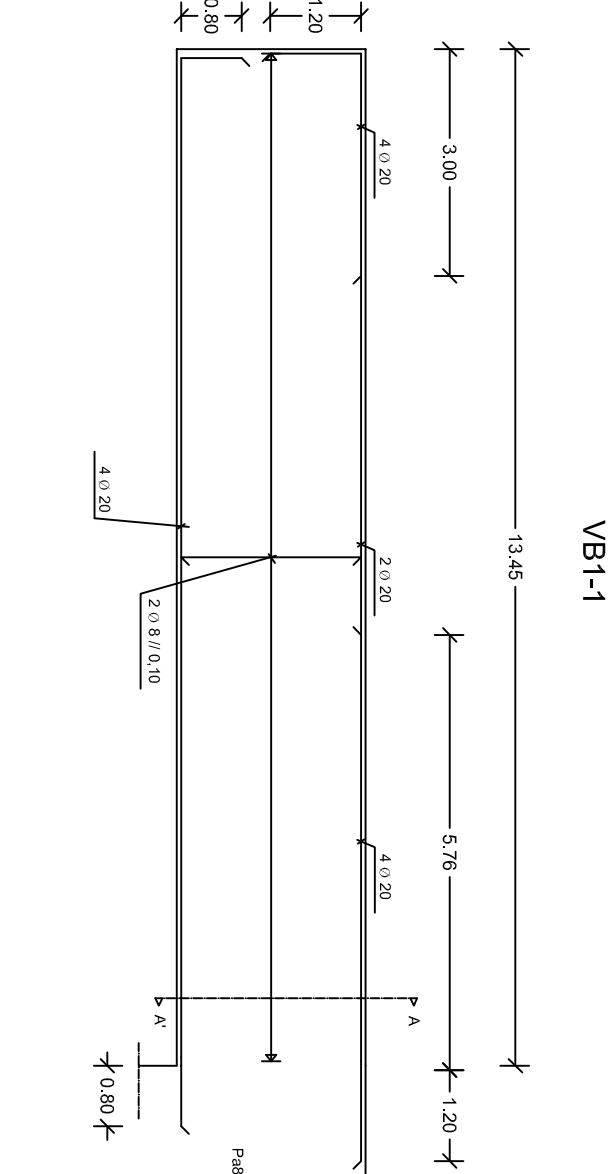
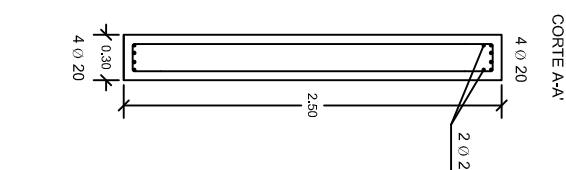
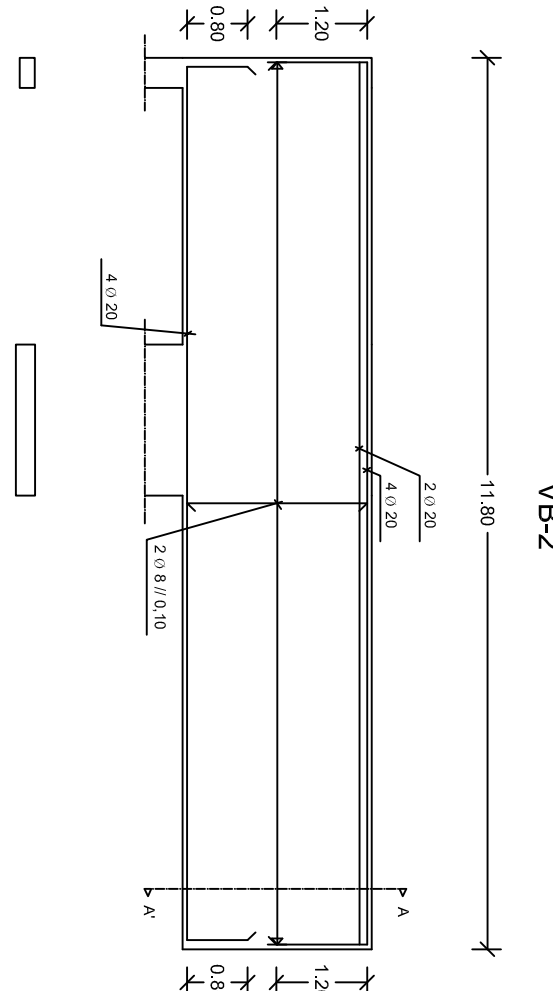
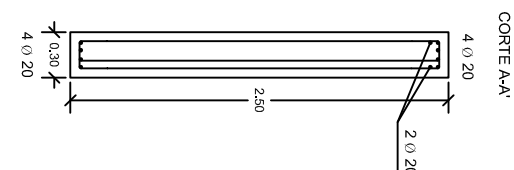
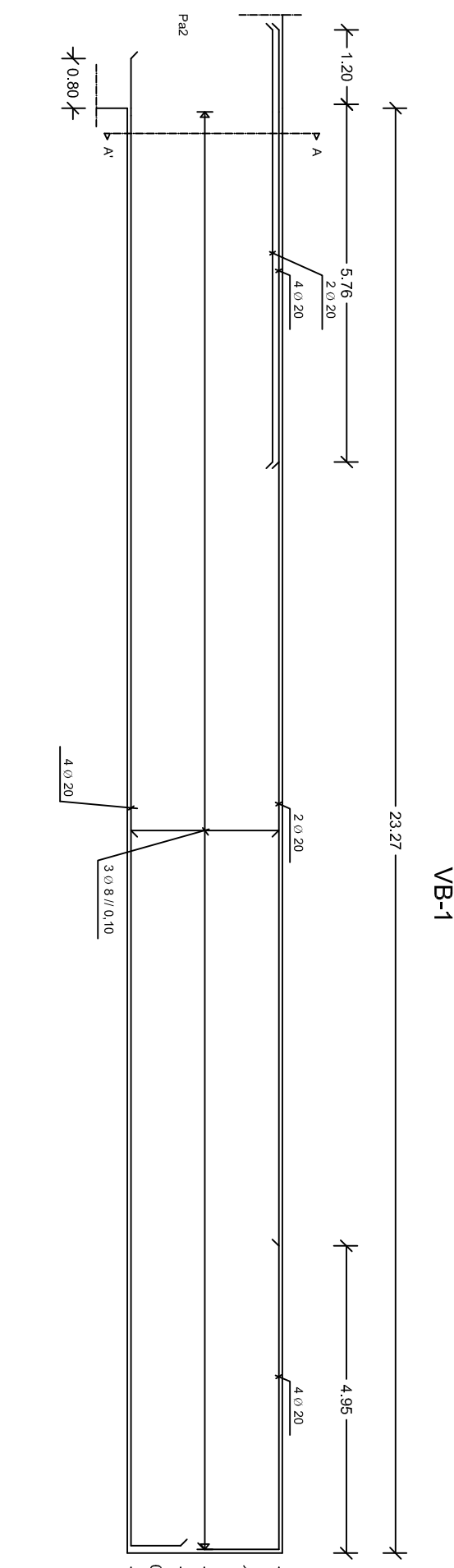
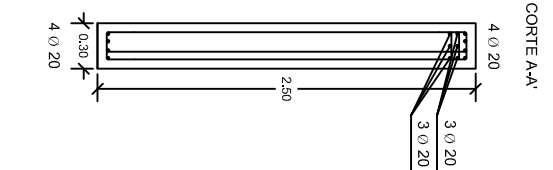
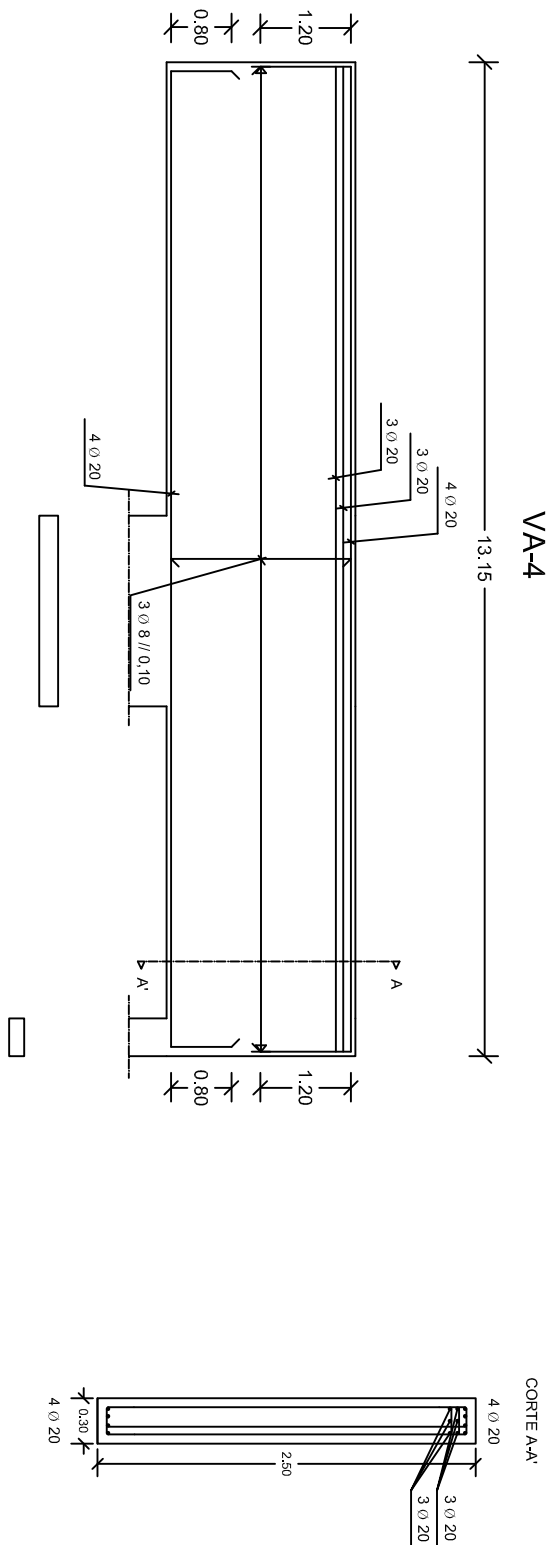
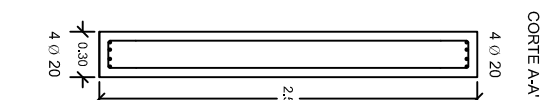
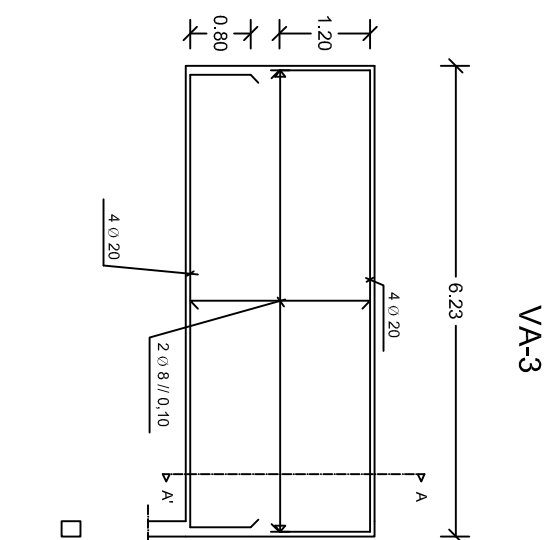
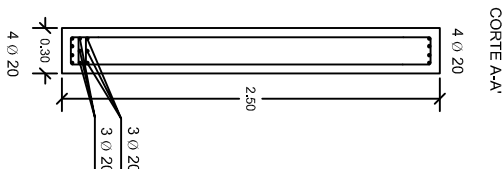
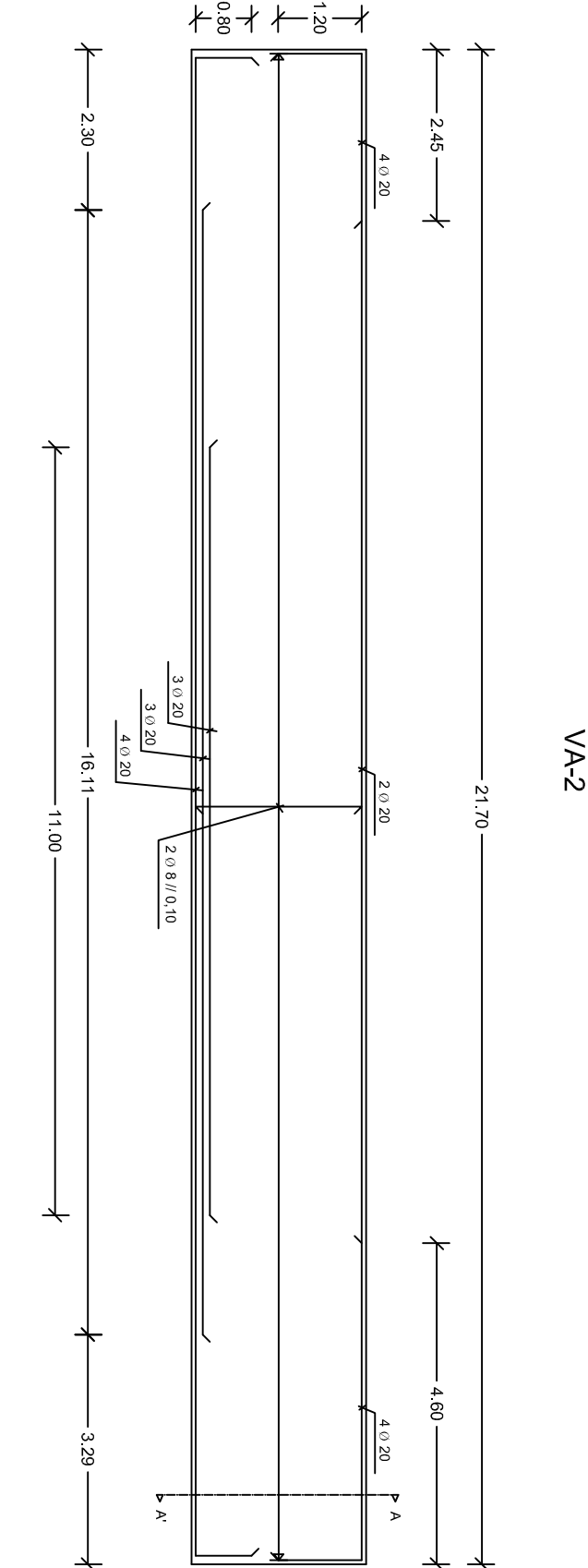
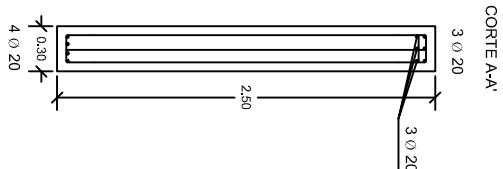
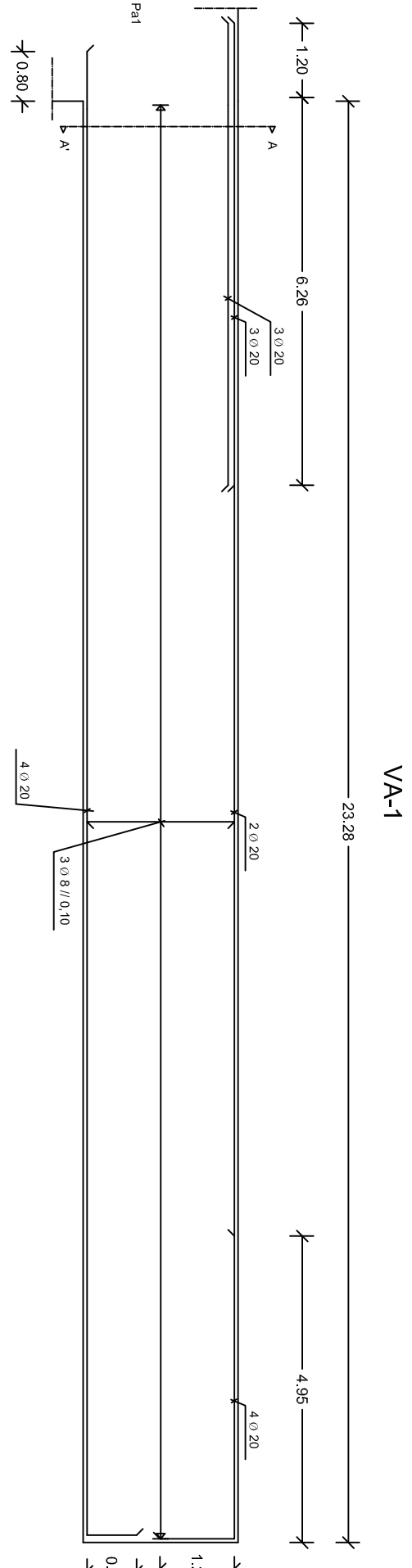




DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL			
Autor:	Rev:	PROJECTO ESTRUTURAL DE UM EDIFÍCIO PÚBLICO EM CAMANHA - ANGOLA	
Fábio Mendonça	TSD		
Escalas: 1/50			
Data: 05/10/2013		Armaduras das sapatas do bloco 1	
Desenho	Folha		
nº 010	mº 002		
Versão: Final			



DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL			
Autor:	Fábio Mendonça	Rev:	TSD
Escala: 1/50		PROJECTO ESTRUTURAL DE UM EDIFÍCIO PÚBLICO EM CAMAMBA - ANGOLA	
Data: 05/10/2013			
Desenho	nº: 010	Folha	nº: 003
Versão: Final		Armaduras das sapatas do bloco 1	



DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL	
Autor:	Rev:
Fabio Mendonça	TSD
Escala: 1/100	
Data: 06/10/2013	
Desenho nº 011	Folha nº 001
Versão: Final	

PROJECTO ESTRUTURAL  
DE UM EDIFÍCIO PÚBLICO  
EM CAMAMBA - ANGOLA

Vigas VA e VB do bloco 1  
Vigas VB1 e VB2 do bloco 2